تقسيم الكائنات النباتية

تأليف

د. متولي عبد العظيم متولي
أستاذ مشارك الأحياء الدقيقة
كلية العلوم – جامعة طنطا – مصر
كلية المعلمين – حائل – السعودية

أ.د. عبد الفتاح بدر محمد بدر
أستاذ دكتور علم النبات والوراثة
كلية العلوم – جامعة طنطا – مصر
كلية المعلمين – حائل – السعودية

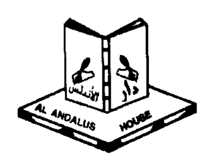
الطبعة الأولى
١٤٢٧ هـ – ٢٠٠٦ م



ح دار الأندلس للنشر والتوزيع ، ١٤٢٧هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
متولي ، متولي عبد العظيم
تقسيم الكائنات النباتية / متولي عبد العظيم متولي ؛ عبد الفتاح بدر محمد بدر
– حائل ١٤٢٧هـ
٥١١ ص ؛ ١٧×٢٤ سم
ردمك : ٣-٦-٩٦٩١-٩٩٦٠
١– النباتات – تصنيف أ. بدر، عبد الفتاح بدر محمد (مؤلف مشارك)
ب– العنوان
ديوي ٥٨٧ ١٤٢٧/٦٧
رقم الإيداع : ١٤٢٧/٦٧
ردمك : ٣-٦-٩٦٩١-٩٩٦٠

الطبعة الأولى ١٤٢٧ هـ -٢٠٠٦م

تم الإخراج الفني للكتاب و تصميم الغلاف
بدار الأندلس للنشر والتوزيع بحائل

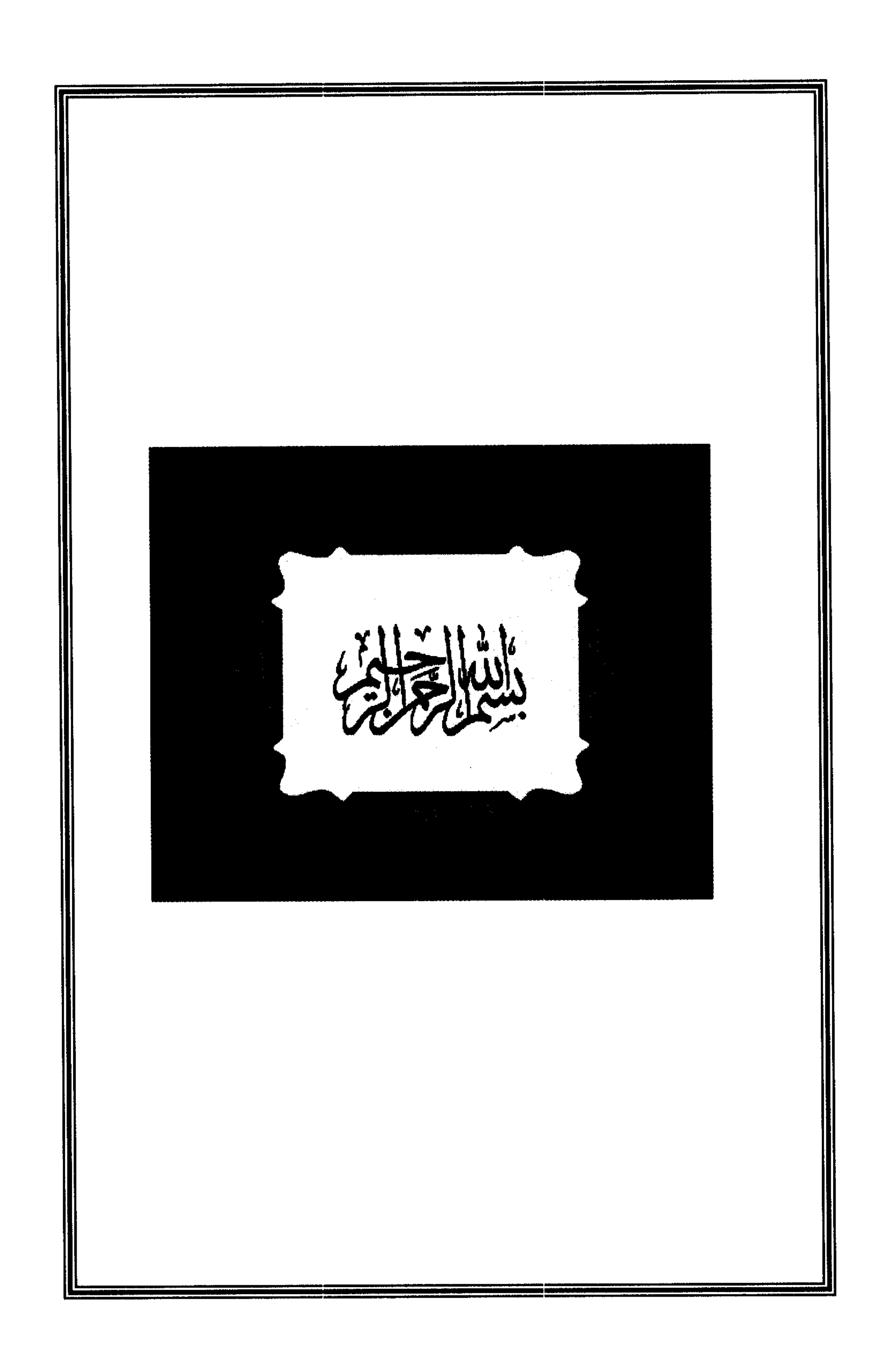


دار الأندلس للنشر والتوزيع

المملكة العربية السعودية – حائل ت الإدارة ٥٣٢٥٦٤٥ فاكس ٥٣٢٥٦٤١ ، ٥٣١٩٥٥٩ ص ب ٢٠١٧ المكتبة الرئيسية
حي المطار شارع رشيد الليلاء ت ٥٣٣٣٣٤١ / ٥٣٢٦٦٦١ فرع دوار الساعة ت ٥٣٣٣٧٠٠ جده ت: ٠٢٦٨٩٣٨٠٠

إهــداء

- إلى زوجاتنا وأبنائنا وبناتنا الأعزاء .
- إلى إخواننا وأخواتنا الأفاضل .
- وإلى أبناء العروبة عامة وإلى المهتمين بهذا العلم .
- نهدي هذا الكتاب .


بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد الرسول الأمين وعلى آله وأصحابه أجمعين

أما بعد : —

فإن لتصنيف الكائنات الحية تاريخ طويل ترسخت عبر عصوره المتتابعة أسس ومبادئ ومفاهيم ونظم تطورت مع تراكم المعرفة عن الأحياء. والإلمام بتصنيف النباتات ضروري لدراسة علوم النبات الأخرى كما أن علم التصنيف من العلوم الأساسية المتقدمة التي تنهل من إنجازات علوم الحياة الأخرى ونظرا لما لتصنيف النباتات من أهمية في حياة الإنسان المعاصرة فقد صار من علوم الأحياء الأساسية التي يتم تدريسها في الجامعات والمعاهد والكليات العليا كما صار مجالا أصيلا لمعاهد وهيئات علمية متخصصة.

ولما كانت المكتبة العربية تعاني من ندرة المؤلفات العلمية، فقد آلينا على أنفسنا أن نقدم هذا الكتاب عن تصنيف الكائنات النباتية معتمدين في تأليفه على مراجع حديثة باللغتين العربية والإنجليزية، راجين أن يساهم في توطئة المعرفة وتيسيرها للطلاب في مجال تقسيم الكائنات النباتية.مساهمة، يهدف هذا الكتاب إلى تعريف الطالب بأسس ونظم تقسيم الكائنات النباتية وتقديم تفاصيل وافية عن ممالك الكائنات النباتية وأقسامها وخصائصها وطرق تكاثرها مع شرح واف لدورة حياة نماذج مختارة من كل قسم. وقد سعينا إلى تناول موضوعات الكتاب بأسهل الطرق وأيسرها مما يستحث شغف الطلاب ويمكنهم من الإلمام بتنوع الكائنات النباتية وإدراك أهمية هذا

التنوع عند دراسة علوم الحياة الأخرى، راجين أن يلبى هذا الكتاب المنهجي احتياجات الطالب الجامعي في كليات المعلمين والعلوم وأن يكون معينا للطلاب في المجالات ذات الصلة بعلم النبات مثل العلوم الزراعية والصيدلية.

جاء هذا الكتاب في ستة أبواب رئيسية يسبقها تقديم شامل عن أسس ومبادئ ونظم تصنيف الكائنات النباتية. يتناول الباب الأول علم الفيروسات من حيث انتشارها وأهميتها وصفاقا الطبيعية كالشكل والحجم والوزن الجزيئى، كما يتناول التركيب الكيميائي للفيروسات وآلية تكاثرها وطرق زراعتها وتقسيمها.

أما الباب الثاني فيتعلق بالبكتريا من حيث صفاقا العامة وأهميتها الاقتصادية والتراكيب الخارجية والداخلية للخلية البكتيرية وطرق صباغتها وطرق تغذية البكتريا وتكاثرها، كما يتناول أسس تقسيمها وتسميتها ويعرض بإيجاز لبعض الأجناس كنماذج مختارة لمجموعات مختلفة من البكتريا.

يتناول الباب الثالث مملكة الفطريات من حيث خصائصها العامة وطرق نموها وإنتشارها وتكاثرها وأهميتها وأسس تقسيمها، كما يتناول الصفات العامة لأقسام وطوائف الفطريات مع شرح موجز لأمثلة مختارة من كل طائفة من حيث التوزيع والتركيب ودورة الحياة.

أما الباب الرابع فقد خصصناه لتناول الطحالب من حيث طرق تكاثرها وتركيبها وأهميتها وأسس تقسيمها، كما يتطرق إلى الأقسام والطوائف المختلفة من حيث البيئة والتوزيع والصفات العامة والتركيب مع شرح موجز لدورة حياة بعض الأمثلة النموذجية من بعض الطوائف المختارة.

وقد تناولنا المملكة النباتية في البابين الخامس والسادس خصصنا الباب الخامس لإعطاء نبذة وافية عن نشأة وصفات وأقسام المملكة النباتية ثم تناولنا النباتات غير الزهرية التي تضم الحزازيات والتريديات، أما النباتات الزهرية فقد تناولناها في الباب

السادس الذي يشمل تناول عاريات البذور ثم مدخل إلى كاسيات البذور يتضمن صفاتها العامة ودورة حياتها وصفاتها التصنيفية التي تشمل تركيب الزهرة وأنواع النورات والثمار وتصنيفها إلى ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة مع وصف الصفات المميزة لفصائل من ثنائيات وأحاديات الفلقة.

وبعد شكر الله السميع العليم والثناء عليه، نتقدم بالشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور محمد السيد عثمان أستاذ الميكروبيولوجي وعميد كلية العلوم جامعة حلوان كما نذكر بكل الاعتزاز والثناء كل من الدكتور لطفي محسن حسن أستاذ مشارك الفلورا والتصنيف بكلية العلوم جامعة حلوان بالقاهرة وكلية المعلمين في حائل، والأستاذ الدكتور إلهام شريف داؤد حسن العميد السابق لكلية التربية جامعة وادي النيل بالسودان وأستاذ الأحياء الدقيقة بكلية التربية للبنات بحائل لملاحظاتهم القيمة على محتوى الكتاب ومراجعته. كما نتقدم بالشكر إلى الأستاذ أحمد عبد الستار عميرة بمدارس سهما بحائل والأستاذ طارق محمد خليل بقسم الإخراج الفني بدار الأندلس للنشر والتوزيع في حائل لمعاونتهم في إعداد بعض الصور والأشكال الإيضاحية التي تضمنها الكتاب، كما نذكر بالثناء الأستاذ سالم صالح الملق مدير دار الأندلس للنشر والتوزيع في حائل لتشجيعه تأليف هذا الكتاب وتولى طباعته ونشره.

المؤلفان

ذو الحجة ١٤٢٦ هـ   يناير ٢٠٠٦



تمهيد

حتى منتصف القرن التاسع عشر كانت الكائنات المتعضية تنقسم إلى مجموعتين لا ثالثة لهما هما: النباتات والحيوانات، وكانت الخصائص التي تميز النباتات هي قدرتها على بناء غذاء عضوي من مواد غير عضوية بسيطة بواسطة الكلوروفيل أو اليخضور من خلال عملية البناء الضوئي ووجود جدار سليلوزى حول خلاياها، بينما تتميز الحيوانات بقدرتها على الحركة وتعضي أجسامها إلى أجهزة متخصصة للعمليات الحيوية كالتنفس والهضم والإخراج والإحساس. ومع اكتشاف أشكال جديدة من الكائنات الحية الدقيقة كان كل كائن لا يفصح تركيبه بوضوح عن أنه حيوان يلحق تلقائيا بمملكة النبات، ومن ثم ألحقت الفطريات والبكتريا لوجود جدر حول خلاياها بالمملكة النباتية.

جابه تقسيم الكائنات الحية إلى مملكتين صعوبات عديدة منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر مع تزايد اكتشاف الكائنات الأولية وحيدة الخلية أو بعض عديدة الخلايا البسيطة، فبعض الكائنات الأولية وحيدة الخلية غير ذاتية التغذية ولها أسواط تتحرك بها مثل الحيوانات وبعضها غير متحركة تحتوى على كلوروفيل يمكنها من تصنيع غذائها ذاتيا من خلال عملية البناء الضوئي، كما تضم الأوليات العديد من أشكال الأوليات التي تتميز بصفات نباتية مثل التغذية الذاتية وصفات حيوانية مثل الحركة بالأسواط.

تقسيم الكائنات الحية إلى ثلاث ممالك

لاحظ هوج Hoog التداخل بين الصفات النباتية والحيوانية في الأوليات واقترح عام ١٨٦٠م إضافة مملكة ثالثة أطلق عليها اسم الطلائعيات Protoctista، تضم الكائنات الأولية وحيدة الخلية والكائنات الحية الأخرى التي تفتقر إلى تكشف خلاياها إلى أنسجة مثل الفطريات وكثير من الطحالب. وقد عضد هيكل Haeckel

(١٨٦٦م) فصل الكائنات الأولية في مملكة الطلائعيات التي أطلق عليها اسم Protesta وضع فيها الأوليات وحيدة الخلية وضم إليها البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة في مجموعة أسماها المونيرا Monera.

تقسيم الكائنات الحية إلى بدائيات وحقيقيات النواة

إثر اكتشاف أن البكتريا تختلف عن سائر الكائنات الأخرى في أن خلاياها لا تحتوى على نواة بكل المواصفات العلمية المعروفة لنواة الخلايا النباتية والحيوانية، وضعت البكتريا وأضراها من الكائنات البسيطة في مجموعة أطلق عليها بدائية النواة Prokaryota لتمييزها عن الكائنات الأخرى والتي أطلق عليها حقيقيات النواة Eukaryota. لا تتميز الكائنات بدائية النواة بكثير من التراكيب الخلوية التي تميز حقيقيات النواة مثل الغلاف النووي والجسيمات السيتوبلازمية مثل الميتكوندريا والبلاستيدات وأجسام جولجى والأغشية السيتوبلازمية والفجوات العصارية كما أن الجهاز الحامل للجينات بها بسيط يتكون من دنا DNA غير مرتبط برنا RNA وبروتينات هستونية لتشكيل كروموسومات حقيقية كما في حقيقيات النواة، ومن ثم لا يحدث في بدائيات النواة انقسام ميتوزى وميوزى لعدم وجود كروموسومات في أزواج نظيرة كما في خلايا حقيقيات النواة.

ومن المعتقد أنه منذ نشأة الحياة على الأرض قبل حوالي ٣,٨ بليون ولمدة بليونين من السنين لم يكن على الأرض سوى بدائيات النواة، وأن بداية ظهور الكائنات حقيقية النواة كانت منذ حوالي ١,٨ بليون سنة، وذلك عندما ظهرت كائنات وحيدة الخلية تتميز عما سبقها من خلايا بوجود غلاف غشائي حول نواها وتوجد مادها النووية في هيئة أزواج من الكروموسومات أثناء انقسام الخلية، وكذلك بظهور عضيات خلوية في السيتوبلازم كالبلاستيدات والميتوكوندريا وأجسام جولجى. وقد ازدهرت حقيقيات النواة وحيدة الخلية من أمثال اليوجلينا والدياتومات

والكلاميدوموناس والبراميسيوم والخميرة إلى جانب بدائيات النواة لما يزيد على مليون من السنين إلى أن نشأت الكائنات عديدة الخلايا منذ حوالى ٥٠٠ مليون سنة.

تقسيم الكائنات الحية إلى أربعة ممالك

فى ضوء اكتشاف أن البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة تحوى نواة بدائية اقترح كوبلاند (١٩٥٦م) نظاماً لتقسيم الكائنات الحية إلى أربعة ممالك نال رضي بعض علماء التقسيم الأخذ لوقت وجيز لم يبلغ عقدين من الزمان. اعتبر كوبلاند الكائنات بدائية النواة التي فصلها هيكل في مجموعة المونيرا مملكة خاصة أسماها ميكوتا Mychota، ووضع الكائنات الأولية وحيدة الخلية حقيقية النواة والكائنات الحية الأخرى حقيقية النواة التي تفتقر إلى تكشف خلاياها إلى أنسجة إلى الدرجة التي توجد عليها الأنسجة في النباتات والحيوانات الراقية في مملكة الطلائعيات التي أخذ برأي هوج في تسميتها Protoctista ومن ثم وضع بها الفطريات وكثير من الطحالب. وقصر مملكة النباتات على الكائنات ذاتية التغذية ذات الجدار الخلوي السليلوزى ومملكة الحيوان على الكائنات عضوية التغذية التي تفتقر خلاياها إلى الجدار الخلوي والبلاستيدات. ويمكن تمييز الممالك الأربعة من الكائنات الحية **كما اقترحها كوبلاند كما يلى:-**

١- مملكة البدائيات Mychota (Monera): تضم الكائنات الحية بدائية النواة Prokaryotes وهى البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة.

٢- مملكة الطلائعيات Protoctista (Protesta): وتضم الكائنات الحية حقيقية النواة التي ليس لها خصائص النباتات أو الحيوانات، وتشمل الأوليات وحيدة الخلية والطحالب الحمراء والبنية.

٣- ممالكة النبات Plantae : وتضم كائنات حية عديدة الخلايا ذاتية التغذية غير متحركة تحتوى خلاياها على بلاستيدات خضراء لا يوجد بها سوى صبغات

الكلوروفيل والكاروتين والزانثوفيل ولها القدرة على إنتاج السكروز والنشا والسليلوز، تشمل هذه المملكة النباتات الخضراء المتعضية وهى الحزازيات غير الوعائية والنباتات الوعائية كما تضم الطحالب الخضراء.

٤- **مملكة الحيوان Animalia:** وتضم كائنات حية عديدة الخلايا متحركة ذات جهاز عصبى ينسق ويوجه أجهزة متخصصة للقيام بالعمليات الحيوية كالتنفس والهضم والإخراج والإحساس وهى كائنات غير ذاتية التغذية تتغذى بالهضم ولا تحتوى خلاياها على بلاستيدات خضراء وليس لها جدار سليلوزى، تشمل هذه المملكة الحيوانات الأرضية مثل الديدان الحلقية والحشرات والزواحف والطيور والثدييات وكائنات مائية مثل اللإسفنج والهيدرا والرخويات والأسماك كما تضم حيوانات برمائية.

رغم إدراك النقاط الايجابية التي تفوق بها نظام كوبلاند لتقسيم الكائنات الحية إلى أربعة ممالك على النظم السابقة لتقسيم الكائنات الحية إلى مملكتين أو ثلاث ممالك، فقد لاحظ علماء التقسيم خلال ستينات القرن العشرين، بعض مشكلات هذا النظام والتي **يمكن إيجازها فيما يلى:-**

١- أنه اعتبر التغذية الذاتية أحد السمات الهامة للنباتات والتغذية بالهضم كأحد سمات الحيوانات و لم يأخذ بالتغذية بالامتصاص التى تميز الفطريات وبالتالي لم يعكس النمط التطوري الشامل للكائنات الحية.

٢- أنه أشتمل على خليط من الخطوط التطورية المتباينة لفصل الطلائعيات عن الكائنات الراقية ما بين كائنات عديدة الخلايا والمدمجات الخلوية، إذ تضم مملكة الطلائعيات كائنات وحيدة الخلية ومستعمرات بسيطة كما تضم الفطريات الراقية والطحالب الحمراء والبنية. ومن ثم تفتقر مملكة الطلائعيات إلى التحديد والوضوح.

٣- أن وضع الطحالب الخضراء في المملكة النباتية يفصلها عن الطحالب رغم أنها تشارك النباتات الأرضية في بعض فالها الكيميائية الحيوية.

فى ضوء المشكلات التى جابهت نظام كوبلاند أدخل كل من هتشنسون Hutchison (١٩٦٧م) وفايتس Weisz (١٩٦٧م) **بعض التعديلات على نظام الممالك الأربعة أهمها:-**

١-استبدال مصطلح ميكوتا Mychota بالمصطلح Monera كاسم للمملكة التي تضم الكائنات بدائية النواة وحيدة الخلية أو في مستعمرات أو خيوط بسيطة التركيب وتشمل البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة.

٢-ضم الطحالب الخضراء إلى الطلائعيات وقصر المملكة النباتية على النباتات الأرضية التي تضم الحزايات والنباتات الوعائية وتسميتها البعديات النباتية Metaphyta أو النباتات الجنينية Embryophyta.

٣-تسمية المملكة الحيوانية بالبعديات الحيوانية Metazoa وقصرها على الحيوانات المتعضية التي تخلو خلاياها من الحدر والبلاستيدات.

تقسيم الكائنات الحية إلى خمسة ممالك

في عام ١٩٦٩م اقترح ويتكر Whitaker نظام الممالك الخمسة لتصنيف الكائنات الحية، تضمن **بعض الحلول للمشكلات التي جابهت النظم السابقة لعل أهمها:-**

١- اعتبار الفطريات مملكة ثالثة من حقيقيات النوى تناظر النباتات والحيوانات.

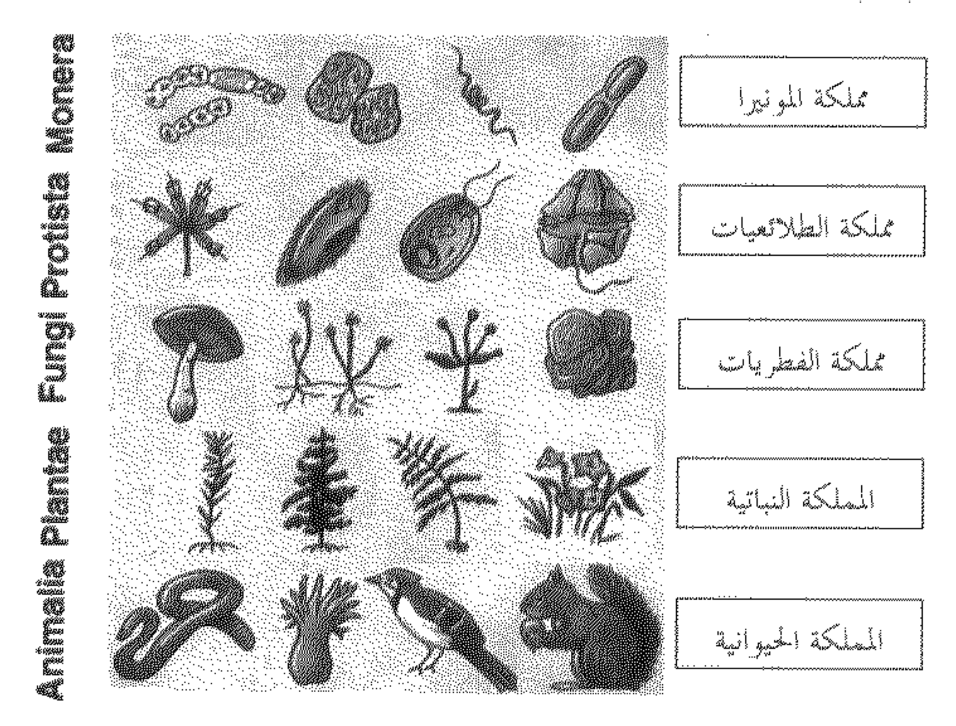
٢- اعتبار الطلائعيات حالات تحول من وحيدة الخلية إلى عديدة الخلايا.

٣- وضع الطحالب مع النباتات الراقية ضمن مملكة النبات.

وضع ويتكر البكتريا وأضرابها في مجموعة المونيرا Monera، والكائنات حقيقية النواة وحيدة الخلية التى تضم كائنات حيوانية مثل الأوليات وكائنات نباتية كالدياتومات والطحالب السوطية في مجموعة Protesta، أما الكائنات الأخرى فقد وضعها ويتكر في ثلاث ممالك على أساس طرز التغذية الرئيسة هي مملكة النبات Plantae وتضم النباتات والطحالب ذاتية التغذية ومملكة الحيوان Animalia وتضم الحيوانات المتعضية التي تتغذى بالهضم الداخلي ومملكة الفطريات Fungi التي تضم كائنات تتغذى بالهضم خارج الجسم ثم الامتصاص ويضم شكل ١ نماذج إيضاحية لأمثلة من الكائنات التي تنتمي إلى الممالك الخمسة للكائنات الحية.

التعديلات المقترحة لنظام ويتكر

اختلفت الآراء حول الكائنات التي تنتمي إلى الطلائعيات في نظام ويتكر حيث ظن البعض أنها وحيدات الخلية من حقيقيات النوى، بينما اعتقد البعض الآخر أنها تضم مجموعات أخرى مثل الطحالب Algae، وقد اقترح مارجليس Margulis عام ١٩٧١م إدخال بعض التعديلات على نظام ويتكر بهدف إيضاح الأصل المشترك للممالك الثلاث النباتية والحيوانية والفطريات، وذلك بنقل بعض القبائل من هذه الممالك إلى الحدود العليا للطلائعيات شمل نقل الطحالب إليها، مما أدى إلى زيادة عدم التجانس داخل الطلائعيات. اقترح ليدل Leadle عام ١٩٧٤م إلغاء مملكة الطلائعيات ووضع الكائنات التي تنتمي إليها داخل الممالك الثلاث النباتية والحيوانية والفطريات مع تحديد مستوى الطلائعيات في كل مملكة، لكن اقتراح ليدل جعل تحديد أصول المجموعات المختلفة فى الممالك الثلاث يبدو أمرا صعبا.



شكل ١: نماذج إيضاحية لأمثلة من كائنات تنتمي إلى الممالك الخمسة للكائنات الحية كما صنفها ويتكر عام ١٩٦٩م.

تقسيم الكائنات الحية إلى فوق ممالك

في ضوء اختلاف الآراء حول عدد ممالك الكائنات الحية اقترح شفاليه-سميث Cavalier-Smith عام ١٩٨٠م رفع مرتبة كل من بدائيات النوى وحقيقيات النوى إلى مرتبة فوق مملكة Superkingdom حيث تتميز كل منهما بصفات خلوية واضحة، كما اقترح تقسيم بدائيات النواة إلى مملكتين هما البكتريا القديمة أو الأثرية Archaebacteria والبكتريا الحقيقية Eubacteria. وبناءا على التركيب الخلوي الذي اتخذه شفاليه-سميث أساسا لتقسيمه اقترح تقسيم فوق مملكة حقيقيات النواة إلى تسع ممالك يمكن اعتبارها مجموعات مختلفة كل منها وحيدة الأصل. كما وضع جيفري Jeffery عام ١٩٨٣ نظاما يأخذ باعتبار بدائيات النواة فوق مملكة تضم مملكتين كما

اقترح شفاليه-سميث، ولكنه اعتبر فوق مملكة حقيقيات النواة ثلاث ممالك فقط، حيث اعتبر الطلائعيات تحت مملكة ضمن المملكة النباتية التي قسمها إلى أربع تحت ممالك هي الطلائعيات النباتية Protistobionta والنباتات ذات الأصباغ الملونة Chromobionta والنباتات ذات الأصباغ الخضراء Chlorobionta والنباتات ذات الأصباغ الحمراء Rhodobionta. ويلاحظ أن تقسيم جيفري أيضا لم يشمل الفيروسات والريكتسيات.

تختلف الآراء كذلك حول وضع بعض مجموعات الطحالب والفطريات التي تضم أنواع بدائية النواة كالطحالب الخضراء المزرقة Cyanophyta وبعض مجموعات الفطريات مثل الفطريات الشعاعية Actinomycetes. إلا أن أغلب التصنيفات تأخذ بتقسيم بدائيات النواة إلى قسمين هما: البكتريا ويطلق عليها الكائنات الانشطارية Schizomia والبكتريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria والتي تسمى أيضا الطحالب الخضراء المزرقة Cyanophyta. وتنقسم البكتريا إلى **تحت الأقسام التالية**:-

١- البكتريا الأثرية أو القديمة Archaebacteria.

٢- البكتريا الحقيقية Eubacteria.

٣- البكتريا الشعاعية Actinobacteria وتسمى أيضا الفطريات الشعاعية.

٤- المولكيوتات Mollicutes وتسمى أيضا ميكوبلازمات Mycoplasmas.

ويلاحظ أن هذا التقسيم لبدائيات النواة أيضا لم يشر إلى الفيروسات والريكتسيات وهي كائنات لا خلوية إجبارية التطفل لا تقوم بأية عمليات حيوية سوى التكاثر داخل خلايا العائل. إلا أن التقسيمات الحديثة لبدائيات النوى تضع الفيروسات والريكتسيات في قسم يسمى الميكروتاتوبيوتات Microtatobiotes أو الحويات غير المجهرية في رتبتين هما الفيروسات Virales والريكتسيات Rickettsiales. كما تضع التقسيمات الحديثة البكتريا الانشطارية والخيطية في قسم الفطريات الانشطارية

Schizomycota والطحالب الخضراء المزرقة (البكتريا الخضراء المزرقة) فى قسم النباتات الانشطارية Schizophyta.

ومن المعروف أن بدائيات النواة وغالبية الفطريات والكثير من الطحالب هي كائنات دقيقة لا يمكن رؤيتها فرادى بالعين المجردة ويختص بدراستها علم الكائنات الدقيقة Microbiology، ومن المعروف أيضا أن البكتريا والفطريات والطحالب كان يضمها قسم النباتات الثالوسية Thallophyta فى نظام تيبو Tippo عام ١٩٤٢م لتصنيف المملكة النباتية. والثالوس Thallus هو جسم نباتي غير متميز إلى جذر وساق وأوراق كما هو الحال في النباتات المتعضية.

مما سبق نرى اختلاف الآراء حول تقسيم الكائنات الحية وبصفة خاصة حول جدوى وجود مملكة الطلائعيات التى يرى البعض قصرها على الكائنات حقيقية النواة وحيدة الخلايا بينما يرى البعض الآخر ضم الطحالب إليها. وحيث أن الطحالب تشمل كائنات متباينة الشكل والتركيب، فمنها بدائيات النواة عديدة الخلايا كالنوستوك ومنها وحيدات الخلية حقيقية النواة مثل الكلاميدوموناس واليوجلينا، كما تشمل الطحالب أشكال خيطية مثل الاسبيروجيرا ومسعمرات خلوية كالباندورينا والفولفوكس، وأشكال كبيرة الحجم في شكل أوراق خضراء مثل خس البحر وفى شكل أعشاب وشجيرات كما في الطحالب البنية والحمراء. ولعل ما يجمع الطحالب معا هو احتوائها على أصباغ عديدة تشمل صبغ الكلوروفيل الذي يجعلها وجوده كائنات ذاتية التغذية.

في ضوء تباين الآراء حول جدوى وجود مملكة الطلائعيات وتباين أشكال الطحالب واختلاف الآراء بين وضعها في مجموعة الطلائعيات أو تقسيمها بين بدائيات النواة والطلائعيات ومملكة النبات، اقترح ارنست ماير Ernst Mayer تقسيم الكائنات الحية إلى امبراطوريتين هما بدائيات النواة Impire Prokaryota أو المونيرا Monera

وتضم مملكتين هما البكتريا القديمة Archaebacteria والبكتريا الحقيقية Eubacteria. وامبراطورية حقيقيات النواة Impire Eukaryota وتنقسم إلى ستة ممالك ثلاث منها تضم كائنات ذات سمات نباتية هي مملكة الفطريات Fungi ومملكة ذوات الأصباغ (الطحالب) Chromista ومملكة البعديات النباتية (Metaphyta (Plants، وثلاث تضم كائنات ذات سمات حيوانية هي الحيوانات القديمة Archaezoa والحيوانات الأولية Protozoa والبعديات الحيوانية Metazoa. وتجدر الإشارة أن كلمة مملكة هي الترجمة الحرفية لكلمة Kingdom إلا أن بعض الدوائر اللغوية قد أوصت باستعمال كلمة عالم بديلا عنها.

رغم التأييد المتزايد لنظم الممالك المتعددة للكائنات الحية وبصفة خاصة نظام الممالك الخمسة، تبقى ضرورة الالمام بخصائص جميع الكائنات الحية وأقسامها الرئيسية من الأمور البديهية لطلاب العلوم، ومن ثم تأخذ كثير من المعاهد العلمية بتدريس مقرر في تقسيم الكائنات النباتية طبقا للمفهوم القديم للمملكة النباتية. وطبقا لذلك المفهوم تضم الكائنات النباتية البكتريا وبها من السمات النباتية وجود جدار حول خلاياها وقدرة بعضها على القيام بعملية البناء الضوئي، والفطريات وتتميز خلاياها أيضا بوجود جدار خلوي كما في الخلايا النباتية رغم كونها غالبا كائنات دقيقة غير ذاتية التغذية، والطحالب وبها من الصفات النباتية وجود جدار حول خلاياها وأصباغ تمكنها من القيام بعملية البناء الضوئي وتصنيع غذائها بنفسها. ذلك رغم أن هذه المجموعات الثلاث تنتمي الآن إلى ثلاث ممالك مختلفة، حيث تنتمي البكتريا إلى مملكة (أو إمبراطورية) بدائيات النواة التي تضم أيضا الفيروسات والريكتسيات، وتنتمي الفطريات إلى مملكة الفطريات، أما الطحالب فإن وضعها التصنيفي كما أسلفنا غير متفق عليه، فقد توضع كلها أو بعضها ضمن مملكة الطلائعيات، وقد تنفرد في مملكة ذوات الأصباغ، وبالطبع فان الكائنات النباتية تضم المملكة النباتية والتي تضم نباتات

لازهرية مثل الحزازيات والسراخس ونباتات زهرية منها معراة (عاريات) البذور ومغطاة (كاسيات) البذور.

التعريف بأهداف ومبادئ وأسس التقسيم

علم التقسيم هو أقدم علوم الحياة، والإلمام بتصنيف الكائنات الحية ضرورى لدراسة علوم الحياة الأخرى وبصفة خاصة علوم البيئة والفلورا ووظائف الأعضاء والوراثة والجغرافيا الطبيعية والجيولوجيا وعلوم جديدة مثل التنوع الحيوى والبيولوجيا التطورية. يستخدم مصطلع التقسيم ليعنى علم التصنيف Taxonomy، كما يستخدم كمرادف لكلمة تقسيم ليعنى Systematics. وعندما يستخدم هذا المصطلح ليعنى علم التصنيف Taxononmy فإن المقصود به ذلك العلم المستمد من الكلمة اللاتينية Taxon وتعنى وحدة تصنيفية، وأنه العلم الذى يتناول تعريف وتسمية الكائنات الحية ووضع الأسس والمبادئ والطرق المتبعة لوضعها فى مراتب تصنيفية طبقا لنظام تصنيفى ثابت، أما مصطلح التصنيف بمعنى تقسيم Systematics فإنه يشمل أيضا دراسة التنوع بين الكائنات الحية والعلاقات المتشابكة التى تربط بينها، كما يشمل وصف التباين بين الأحياء ودراسة أسبابه وتوابعه وانعكاساته على الوضع التصنيفى للوحدات التصنيفية. ولأغراض تعليمية يمكن القول أن علم تصنيف الكائنات النباتية يختص بتعريفها وتسميتها وتصنيفها إلى مجموعات متجانسة بناءا على درجة القرابة الفعلية بينها، وفق أسس ومبادئ محددة، وأنه يهدف إلى وضع نظام تصنيفى يعكس علاقات القرابة المتفقة مع الأواصر الوراثية والمسار السالف للوحدات التصنيفية.

وعلم التصنيف تحكمه مبادئ وأسس ترسخت عبر العصور مع تراكم المعرفة عن الكائنات الحية، وقام بوضعها والتنظير لها رواد علم التصنيف خلال

القرن الثامن مثل كارلوس لينيس Carolus Linnaeus (١٧٠٧-١٧٧٨م) الــذين كانت تصنيفاهم اصطناعية تقوم على أساس التشابه والاختلاف فى صفات الشكل الظاهرى. بعد ذلك أدرك علماء التصنيف منذ النصف الثانى للقرن الثــامن عشــر وحتى ظهور نظرية النشوء والارتقــاء لتشــارلس دارون Charles Darwin عــام ١٨٥٩م أن الخصائص الظاهرية الكبرى ليست دائما كافية لتوفير الدلائل التى يمكن الاستناد إليها لتوضيح علاقات القرابة بين الوحدات التصنيفية ومن ثم أضافوا أسس ومبادئ جديدة لعلم التصنيف.

كذلك كان لأسس الوراثة فى التى وضعها مندل عــام ١٨٦٦م والــتى تم اكتشاف صحتها عام ١٩٠٠م تأثير مهم على فكر علماء التصنيف فقــد صــار المطلوب فى نظام التصنيف أن يتفق مع الأواصر الوراثية بين الوحدات التصنيفية. فى ذات الوقت وجد علماء التصنيف أن خصائص مستمدة من التركيــب التشــريحى والخلوى والحفرى كثيرا ما تؤثر على الوضع التصنيفى للنباتات. وخــلال القــرن العشرين تطورت طرق فيزيائية وكيميائية جديدة لاستخلاص خصائص للنباتــات مستمدة من سمات كيميائية وجزيئية لم تكن معروفة من قبل، كما تطورت مفاهيم جديدة لمبادئ وأسس ونظم التصنيف لعل أهمها ظهور منهج التصنيف على أساس التشابه فى تعداد الملامح ومنهج التفريع التطورى خلال النصف الثانى مــن القــرن العشرينن.

تطور نظم التصنيف

للتصنيف نظم تطورت مع تقدم الإلمام بقواعد وأسس التصنيف وتــراكم المعلومات عن النباتات عبر العصور، ولكل نظام تصنيف **وظيفتان رئيسيتان همــا:** تيسير استعادة المعلومات وسهولة تبادلها، ويقوم أي نظام تصنيفي علــى أســاس

البحث المقارن من خلال وسائل تخزين المعلوات متمثلة في مجموعات نباتية متحفية يتم حفظها بالمعشبات أو عينات فطرية أو بكتيرية أو طحلبية تحفظ في مزارع خاصة، وكذا المؤلفات المرجعية ممثلة في الكتب والدوريات وغيرها من الأعمال المنشورة، ومن ثم يمكن القول أن التصنيف هو مفتاح نظام تخزين المعلومات، والحكم على جودة أي نظام تصنيفي يبنى على ما يتيحه من يسر في تخزين المعلومات عن الوحدات التصنيفية في أقسام متجانسة نسبيا وسرعة استعادتها عند الطلب.

وقياسا إلى عمر التصنيف الطويل فان نظم تصنيف النباتات عبر العصور تندرج تحت **عدة طرز تختلف فى الأسس التى قامت عليها والهدف منها هى:-**

التصنيف الصناعى

يستند التصنيف الصناعى Artificial classifications إلى عدد قليل من الصفات المناسبة لتعريف النباتات والتمييز بينها دون النظر إلى علاقات القرابة بينها أو الأواصر الوراثية التي تربطها، على سبيل المثال فإن تصنيف النباتات مغطاة البذور إلى أشجار وشجيرات وأعشاب هو تصنيف صناعي. وتعتبر نظم التصنيف عبر العصور حتى القرن الثامن عشر من نظم التصنيف الصناعية. وتعود جذور نظم التصنيف على أسس علمية إلى علماء الإغريق وبصفة خاصة إلى عالم النبات ثيوفراستوس Theophrastus (٣٧٠-٢٨٥ ق م) الذى يعرف بأبى النبات Father of botany، وفى عصر الحضارة العربية الاسلامية شاع ما يسمى بالنبات الإسلامى Islamic botany، فقد قام علماء النبات العرب بإعداد قوائم عملية تضم وصف النباتات ووصف استخداماتها التطبيقية وبصفة خاصة فى مجال الطب والصيدلة. ومع بزوغ النهضة الأوربية ظهر العشابون Herbalists الذين جابوا الأرض لجمع

النباتات ورسمها في لوحات فنية دقيقة عرفت بالأعشاب Herbals دون الأخذ عن المؤلفات القديمة، وتقليدا لعلماء العرب والمسلمين اهتم علماء تلك الفترة كـــذلك بالأهمية الطبية للنباتات لكن دون الاهتمام بوضع نظم لتصنيفها.

واكب عصر العشابون ظهور ما يسمون علماء التصنيف الرواد (الأوائـــل) Early taxonomists كان جل اهتمامهم وضع نظام لتصنيف النباتات عل أســـس علمية دون النظر إلى قيمتها الاقتصادية أو استعمالاتها الطبية، ويعتبر الايطالى أندريه سيزالبينو Andrea Caesalpino (١٩١٥-١٦٠٣م) أول من صنف النباتات علـــى أسس علمية بحتة ولذا يلقب بأول علماء تصنيف النبات، ويؤرخ لنهاية عصر علماء التصنيف الرواد وكذلك لعصور نظم التصنيف الصناعية بتصنيف كارلوس لينيوس فى منتصف القرن الثامن عشر.

التصنيف الطبيعى

ساعد التقدم فى فهم أوصاف الأعضاء النباتية ووظائفهـــا وإدراك المعـــنى البيولوجى لأعضاء الجنس فى النبات خلال القرن التاسع عشـــر وكـــذلك تنـــامي الاعتقاد أن بين النباتات علاقات أوثق مما يوضحها نظام لينيوس الجنســـى، علـــى وضع نظم طبيعية لتصنيف النباتات تبعا لما بها من صفات متلازمة مشتركة ولـــيس على أساس الاختلافات بينها كما هو الحال فى النظم الصناعية. ومن أبرز العلمـــاء الذين كانت لهم إنجازات فى سبيل تصنيف النباتات على أســـس طبيعيـــة نـــذكر أدانسون ودى جوسييه ودى كاندول وبنثام وهوكر. يهدف التصـــنيف الطبيعـــى Natural classification إلى وضع النباتات ذات الصفات المتلازمة المشتركة معـــا، ومن الناحية العملية فان التصنيف الطبيعى يضع معا تلك النباتـــات الـــتي تجـــاوز

التشابهات في صفاتها الاختلافات بينها، ولذا فإن التصنيف يكون طبيعيا كلما زاد عدد الصفات التي يتم أخذها في الاعتبار عند وصف النباتات.

التصنيف التطورى أو المستند إلى التاريخ السالف

كان من نتائج الانتشار السريع لنظرية التطور في النصف الثاني من القرن التاسع عشر أن تغيرت نظرة العلماء نحو نظرية الخلق الذاتي للأنواع وتزايد الأخذ بآراء دارون التي تزعم أن الأنواع الحالية قد نشأت من أسلاف سابقة عليها عبر العصور المختلفة من خلال التغير والانتخاب الطبيعي، كما تزايد القبول بأن أفراد النوع الواحد ليست متشابهة تماما بل توجد بينها اختلافات وراثية. وتسمى النظم التي قامت على أساس ترتيب النباتات وفقا لهذه الآراء بالنظم التطورية أو السلفية Phylogenetic systems. واكب انتشار القبول بنظرية التطور اكتشاف ظاهرة تبادل الأجيال وإدراك أن هذه الدورة التبادلية بين الطور المشيجي والطور الجرثومي موجودة في كل المجموعات النباتية وذلك ما لفت النظر إلى التشابهات بين المجموعات النباتية بعد أن كانت موجهة فقط إلى الاختلافات بينها.

يستهدف التصنيف التطوري Phylogenetic classification تصنيف النباتات في مجموعات تتفق مع مسارها التطوري وتاريخها السلفي. إلا أن الواقع لا يشهد نظاما تطوريا حقيقيا لتصنيف النباتات نظرا لغياب الأدلة الحقيقية على حدوث التطور المتمثلة في غياب الشواهد الحفرية لكثير من النباتات البائدة. وفى غياب هذه الدلائل يتم استنباط الأنماط التطورية للأسلاف باستخدام دلائل مستمدة من الصفات الظاهرية والتشريحية والخلوية الجزيئية للنباتات الحية.

نظم التصنيف الحديثة

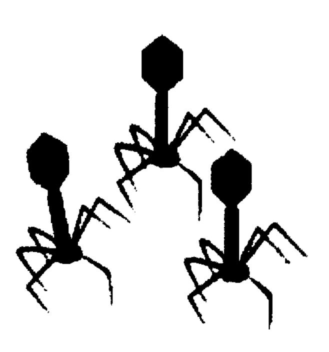
تطورت خلال النصف الثاني من القرن العشرين مفاهيم جديدة لمبادئ وأسس ونظم التصنيف لعل أهمها ظهور منهج التصنيف على أساس التشابه فى الملامح Phenetic classification وهو تصنيف يستند إلى التشابه (أو الاختلاف) الكلى للوحدات التصنيفية في أكبر عدد من الصفات التي يمكن قياسها أو تقدير حالتها، وقد تزايد الأخذ بهذا النهج في التصنيف مع استخدام الحاسبات في تقدير العلاقات التصنيفية منذ ستينيات القرن العشرين. كما تنامي تطبيق مفاهيم وطرق التصنيف على أساس التفريع التطوري Cladestics في دراسات التصنيف المعاصرة لكي يتفق مع أواصرها الوراثية منذ ستينات القرن العشرين. وقد تزايد الأخذ بهذا النهج أيضا مع استخدام الحاسبات في تقدير العلاقات التصنيفية. ويسمى استخدام طرق رياضية لتقدير التشابهات بين الكائنات الحية ووضعها في مجموعات متجانسة على أساس درجة التشابه بينها باستخدام الحاسب بالتصنيف العددي Numerical taxonomy. ونظرا للترادف بين التصنيف على أساس تشابه الملامح والتصنيف العددي وتزايد اعتبار التصنيف باستخدام الحاسبات مجرد طريقة لمعالجة بيانات الصفات التصنيفية لبناء تصنيفات على أساس تشابه الملامح والتفريع التطورى تضاءل ذكر التصنيف العددي في الدراسات التصنيفية الحديثة.

وبالله التوفيق.

الباب الأول

الفيروسات

- الفصل الأول : تاريخها- انتشارها-صفاتها.
- الفصل الثاني : الصفات الطبيعية للفيروسات.
- الفصل الثالث : تقسيم الفيروسات.
- الفصل الرابع : طرق زراعة الفيروسات.
- الفصل الخامس: التركيب الكيميائى للفيروسات.
- الفصل السادس: آلية تكاثر (تضاعف) الفيروسات.





الفصل الأول

الفيروسات

تاريخها - انتشارها - صفاتها

تاريخ الفيروسات

علم الفيروسات Virology هو العلم الذي يبحث في ماهيـــة الفيروســـات viruses وخصائصها الطبيعية والكيميائية والبيولوجية، والأمراض والآثار التي تسببها للإنسان والحيوان والنبات والأحياء الأخرى وكيفية مقاومتها أو الاستفادة منها.

و قد اشتقت كلمة فيرولوجي (علم الفيروسات) من أصل لاتيني هـــو فـــيروس virus وهى الكلمة التي كانت تستخدم للدلالة على وصف مادة بالسمية، ذلـــك لأنهـــا مأخوذة من Venum وهو سم الثعبان، ثم تطور استخدام كلمة فيروس virus إلى ما قبل اكتشاف المجاهر واكتشاف الأحياء الدقيقة، لوصف أي مادة تسبب أمراضاً بغض النظـــر عما إذا كان مسبب المرض فيروس أو بكتريا أو غير ذلك من مسببات المرض، فالأحيـــاء الدقيقة لم تكن معروفة بعد، كما نعرفها اليوم.

بدأ التعرف على الأحياء الدقيقة كمسبب للأمـــراض في حـــوالي عـــام ١٨٦٠م، وتم اكتشاف مسببات الكثير من الأمراض، لذلك اقتصر استعمال كلمة فيروس على مسببات الأمراض التي لم تعرف المادة المسببة لها مثل مرض القدم والفم Foot and mouth disease (مرض يصيب الحيوانات)، ومرض تـــبرقش الـــدخان (فسيفساء التبغ) Tobacco Mosaic virus (TMV) وهو تعاقب اللون الأخضـــر القاتم والفاتح على أوراق نبات الدخان.

يرجع اكتشاف الفيروسات كمسببات للأمـــراض إلى إحـــدى المصـــادفات السعيدة التي تصطفى أحياناً بعض العلماء، فقد نجـــح شـــامبرلين عـــام ١٨٨٤م في اكتشاف أول مرشح بكتيري، وتبع ذلك اكتشاف غيره من المرشحات ذات القـــدرة على الحيلولة دون مرور البكتيريا ولكنها تسمح بنفاذ راشحها filtrate معقماً ونقيـــاً، وما لبثت الدراسات التفصيلية على الراشحات البكتيرية أن قادت إلى اكتشاف بـــالغ

الأهمية، إذ وجد أن الراشحات الناتجة عن نمو بعض البكتريا، لا سيما تلك المسببة لمرض التيتانوس والدفتريا تحتوى على مواد سامة (توكسينات) Toxins بالغة الفعالية. وما لبث أن أظهرت نتيجة هذه الدراسات الراشحية اكتشافاً لم يكن مترقباً، وهو أن العامل الحقيقي المسبب لبعض الأمراض المعدية (كالتوكسينات البكتيرية) يستطيع النفاذ خلال المرشحات البكتيرية بشكل غير منظور.

وفى عام ١٨٩٢م لاحظ عالم النبات الروسي المشهور إيفانوفسكى Ivanowisky، أن عصارة أوراق نبات التبغ المصاب بمرض التبرقش يمكن أن تسبب المرض نفسه لنبات سليم، فحاول التعرف على نوعية المسبب بترشيح العصارة النباتية خلال قرص ترشيح لا يسمح بمرور أصغر الكائنات الحية المعروفة في ذلك الوقت وهى البكتيريا، وبالرغم من ذلك وجد أن العصارة النباتية بعد ترشيحها لازالت قادرة على إحداث المرض، واستنتج أن العامل المسبب لمرض التبرقش ينفذ من خلال المرشحات البكتيرية. وعزز بيجيرنك Beijernick عام ١٨٩٨م ملاحظة أيفانوفسكى بما أجراه من تجارب في هذا المضمار على أوسع نطاق وأطلق على العامل فوق المجهرى المسبب للمرض، والذي ينفذ خلال المرشحات البكتيرية، اسم "فيروس"، وبعد ذلك بفترة زمنية بسيطة اكتشف لوفلر وفروش Loffler and Frosch سنة ١٨٩٨م أن مسبب مرض القدم والفم Foot and mouth disease هو فيروس يمر أيضاً خلال المرشحات البكتيرية، وبعد ذلك تم اكتشاف أن مسببات العديد من الأمراض النباتية والحيوانية التي تنفذ خلال المرشحات البكتيرية إنما مردها الإصابة بالفيروسات.

ولفترات طويلة أثير كثير من الجدل حول طبيعة الفيروس فمن قائل بأنه سموم ومن قائل بأنه إنزيمات، وآخرون يعتقدون بأنه ميكروب دقيق، ولكن ذلك أمكن حسمه عام ١٩٣٥م حينما تمكن العالم ستانلي Stanley من عزل الفيروس المسبب لمرض تبرقش الدخان في صورة نقية وأعلن أن الفيروس ما هو إلا بروتين نقى. تلا

ذلك إثبات باودن وبيرى Bawden and Pirie عام ١٩٣٦م أن فيروس تبرقش الدخان لا يتكون فقط من بروتين، بل وحامض نووي أيضاً.

وقد كان لتقدم التقنية المجهرية واكتشاف الميكروسكوب الإلكتروني وتقدم علم الكيمياء الحيوية واستخدام أشعة أكس X-ray وغيرها من الطرق الفضل الكبير في معرفة الكثير من الفيروسات وتركيبها الدقيق.

انتشار الفيروسات

تسلك الفيروسات طرقاً فعالة في نقلها وانتشارها Dissemination وتدويرها في الطبيعة. ويعني الانتقال أن ينقل الفيروس من كائنات مريضة أو حاملة للمرض إلى أخرى من النوع نفسه أو أنواع أخرى ليتكاثر ويحدث المرض فيها. ويمكن أن يكون انتقال الفيروس مقصوراً على مجتمع معين أو منطقة جغرافية معينة مسبباً وبائيات محدودة، أو أن ينتشر انتشاراً بعيداً محلياً أو عالمياً، و يسبب وبائيات موسمية Seasonal epidemics أو عالمية Pandemics. وعلى سبيل المثال، فهي تصيب الإنسان مسببة له بالإضافة للأنفلونزا، التهاب المخ وشلل الأطفال ومرض الكلب وغيرها. كما تصيب الحيوان مسببة له الكثير من الأمراض مثل الطاعون البقري وجدري الدجاج وجدري البقر. ومنها أيضاً ما يصيب الحشرات مثل دودة القز (الحرير) حيث تسبب لها مرض الصفراء الذي تعاني منه الكثير من الدول المنتجة للحرير الطبيعي. أما بالنسبة للنباتات فإن أكثر من ٥٠٠ نوع فيروسي يصيب العديد من النباتات محدثاً لها أمراضاً مختلفة مثل التبرقش والتقزم والتشوهات وغيرها، ولا يقتصر إصابة الفيروسات للنبات على النباتات الراقية فقط بل تتعداه لتصيب البكتريا فتسمى لاقمات البكتريا أو البكتريوفاجات Bacteriophages، كما تصيب الفطريات والطحالب.

وتحدث الفيروسات الإصابة عن طريق الاتصال المباشر، أو عن طريق الانتقال بالمياه، أو التربة، أو خلال البيض، أو خلال المواليد، أو بالطفيليات، أو بالجروح، أو الحقن أو عن طريق الناقلات Vectors مثل الحشرات Insects والقراد Ticks والحَلَم

Mites. إلخ، والفيروسات التي تنتقل بواسطة الناقلات لا تسبب أي مرض للناقلات، بل أنها تتكاثر داخلها فقط.

وقد تغير تعريف الفيروس خلال النصف الثاني من القرن العشرين بسبب المعلومات المتحصل عليها عنه **وفيما يلي بعض هذه التعريفات**:.

- تعريف باودن Bawden عام ١٩٥٠م : الفيروس مسبب ممرض Pathogen إجباري التطفل تقل أقطاره عن ٢٠٠ نانوميتر (١ نانوميتر = ١ ملليميكرون = ١٠^-٩ متر).
- تعريف لوريا عام ١٩٥٣م : الفيروس جوهر أو كيان Entity دون المجهرى له القدرة على أن يدخل الخلية الحية ويتكاثر فيها.
- تعريف لوف Lwoff ١٩٥٩م : الفيروسات كيانات Entities داخل خلوية Intracellular ذات قدرة ممرضة Pathogenic وطور معدٍ Infectious phase وهي تحتوي على نوع واحد من الأحماض النووية، تتكاثر في صورة مادتها الوراثية، وغير قادرة على النمو Growth أو الانقسام الانشطاري Binary fission.
- تعريف باودن Bawden عام ١٩٦٤م : الفيروسات وحدات تحت مجهرية معدية Infectious تتكاثر فقط داخل خلايا، وأنها ذات قابلية إمراضية Potentially pathogenic.

وفى الحقيقة لا تعطى التعريفات السابقة الكثير عن كنه الفيروس وصفاته. إلا أن التقدم في بحوث الفيروسات وتراكم المعلومات عنها أتاحا وضع تعريفات أكثر دقة للفيروس، فلقد عرفه لوريا ودارنيل Luria and Darnell عام ١٩٦٨ م بأنه كيان جوهر مادته الوراثية هي أحد الحامضين النوويين DNA, RNA ويتكاثر داخل الخلايا الحية مستخدماً جهازها التمثيلي وموجها إياه لتكوين جزيئات فيروس كاملة تنتقل إلى خلايا أخرى. ولأن الفيروسات ذات طبيعة مستقلة عن مملكتي النبات والحيوان (مملكة حقيقية النواة)، وكذلك مملكة أوليات النواة، لذا فإنها توضع في مملكة مستقلة هي مملكة الفيروسات Kingdom Viratae.

الصفات المميزة للفيروسات (خصائص الفيروسات)

تجمع الفيروسات بين خصائص الأحياء والمواد غير الحية (الجماد)، فهي تشبه المواد الغير حية في عدم قدرتها على التنفس، والتغذية، والإخراج، وقدرتها على التبلور، كما في المواد الكيميائية الصلبة، حيث يمكن معالجتها كيميائياً، مثل أمكانية ترسيبها من المحاليل وبلورة معظمها وإعادة إذابتها وتجميدها في صورة صلبة (متبلرة) عند درجات حرارة منخفضة دون أن تفقد قدرتها التطفلية، كما أنها لا تظهر نشاطاً أيضياً مميزاً إلا إذا تواجدت داخل الخلايا الحية لعوائلها. . وبالمقابل فهي تشبه الأحياء في أنها تصيب الكائنات الحية مسببة لها الأمراض، كما أنها تتكاثر وتحدث بها طفرات. وبناء على الصفات العامة يمكن تحديد طبيعة الفيروس.

وأهم الصفات التي تميز الفيروسات عن الأحياء الأخرى ما يلي :

١- تتميز الفيروسات عامة بصغر الحجم وعدم إمكانية رؤيتها إلا باستخدام المجهر الإلكتروني. كما أنها تمر عبر أدق المرشحات البكتيرية (العالية الترشيح Ultrafiltrable).

٢- تتصف الفيروسات بالتطفل الإجباري المطلق داخل الخلايا الحية Obligate intracellular parasites وذلك لاستخدامها ريبوسومات خلايا العائل في تضاعفها، كما أنها تكون في غالب الأحيان متخصصة في التطفل (حيث تصيب جنس أو نوع محدد من الكائنات الحية.

٣- الفيروسات كائنات لا خلوية ، وليس للفيروسات القدرة على النمو أو التكاثر بالانشطار، ولكن تتضاعف بطريقة خاصة تعتمد على المادة الوراثية بها، بينما تنمو الأحياء الخلوية وتتكاثر بالانشطار أو الانقسام.

٤- يحتوى الفيريون Virion، وهو الطور الخارجي للفيروسات على نوع واحد من الأحماض النووية Nucleic acids (المورث- الجينوم Genome) إما دنا (DNA)، أو رنا (RNA)، سواء مفرداً Single stranded أو مزدوج الخيط Double stranded، بينما تحتوى الكائنات الأخرى على كليهما.

٥- تتكون الفيروسات نتيجة لتجميع جزيئات البروتين ونسخ من الحامض النووي الفيروسي، مستقلين عن بعضيهما. أما خلايا الكائنات الحية فهي تتكون كنتيجة لانقسام خلايا سابقة بعد زيادة منظمة في جميع محتويات الخلية .

٦- يعتمد تكاثر الفيروس داخل الخلية التي يصيبها على المادة الوراثية الفيروسية . ولو أن المادة الوراثية الفيروسية تحتوي على عدد محدود جداً من المورثات (جينات)، إلا أنها كافية لبرمجة الخلية العائلة لتخلق كميات كافية من الجزيئات اللازمة لتكاثر الفيروس ولتكوين نسل Progeny (أي الفيريونات). بينما تعتمد الكائنات الحية الأخرى في تكاثرها على مجموع مكوناتها بصورة متكاملة ومتضامنة.

٧- يعتبر الفيروس خاملاً أيضياً Metabolically inert لأنه لا يحتوى على المعلومات الوراثية اللازمة لتكوين الأنظمة الخلوية لإنتاج الطاقة بواسطة الإنزيمات المؤكسدة المختزلة (والتي تعرف بنظام ليبمان Lipman system لإنتاج الطاقة)، بينما تحتوى الأحياء الخلوية على أنظمة إنتاج الطاقة.

٨- يمكن زراعة الفيروسات وإكثارها في الخلايا الحية لعوائلها وذلك بحقنها في العائل الذي تصيبه أو في أجنة الدجاج أو مزارع الأعضاء أو مزرعة خلوية

٩- تتميز بقدرتها على إنتاج سلالات متطفرة إذا تعرضت لبعض العوامل المستحثة على إحداث الطفرة مثل بعض الإشعاعات أو الكيماويات، والتطفر هنا من النوع الإلكتروني وليس تطفراً جينياً كما هو الحال في الكائنات الحية.

١٠- لا تتأثر الفيروسات المسببة للأمراض للعلاج بالمضادات الحيوية. بينما تستجيب الأحياء الممرضة الأخرى (البكتريا والفطريات) للعلاج بالمضادات الحيوية المختلفة.

١١- تختلف الفيروسات في مدى تحملها لدرجات الحرارة العالية، ففي حين يهلك بعضها مع ارتفاع درجات الحرارة والجفاف إلى مجالات لا تتحملها معظم الكائنات الحية يمكن لبعضها الآخر أن يتحمل الحرارة والجفاف لعدة سنوات.

الفصل الثاني

الصفات الطبيعية للفيروسات

لم تبدأ الدراسة لتحديد أشكال وأحجام والوزن الجزيئى للفيروسات Sizes Shapes , & Molecular weight of viruses (الصفات الطبيعية للفيروسـات) إلا بعد معرفة ماهيتها الحقيقية وأصبح العلم على بينة تامة بخصائصها الفيزيائية وتراكيبها الكيميائية، ويرجع الفضل الحقيقي في ذلك إلى اكتشاف المجهـر الإلكتـروني عـام ١٩٣٩م الذي أمكن بواسطته تكبير صور العينات إلى ١٠٠,٠٠٠ مـرة أو أكثـر والذي أصبح عاملاً مهما في معرفة أشكال وأبعاد بعض الفيروسات.

أولا - شكل الفيروسات

يختلف شكل الفيروسات Shape of Viruses في طورها الخارجي (الفيريونات) اختلافاً كبيراً، نتيجة طريقة ترتيب الوحدات التركيبية للصدفة البروتينية ويمكن **تقسـيم الفيروسات على ذلك إلى أربعة مجاميع أساسية وفقاً لشكلها هي كالتالي:**

١ – فيروسات كروية:

فيروسات هذا الشكل كروية Spherical viruses من حيث المظهر تحـت المجهر الإلكتروني، ولكن بزيادة التكبير يتضح على سطح الكرة أضلع، وإذا فحـص الشكل الكروي وجد أن الوحدات التركيبية تُكون شكلاً عديد الأضلاع أو عديـد الأسطح Polyhedral. ولذلك تسمى بالفيروسات المكعبية متماثلة الأوجـه Cubic isometric (أو التماثل الإيكوزاهيدرالى Icosahedral) **وتأخذ الفيروسات (الكروية) عديدة الأوجه عدة أشكال هي :**

أ – **فيروسات عديدة الأوجه غير مغلفة (معراة) Naked** : مثل الفيريونات الحلمية التابعة لعائلة Parvo-viruses، مثل فيروس الأدينوسـتاليت Adenosatallite، و

فيروس شلل الأطفال Polio.كما أن بعض الفيروسات عديدة الأوجه المعراة قـــد تحتوى على زوائد Spikes خاصة عند رؤوس المثلثات (شكل ١-١ أ).

ب – فيروسات عديدة الأوجه مغلفة (مغطاة) Enveloped: وهى تكون مغلفة بغلاف خارجي يشبه في تركيبه الأغشية الخلوية، ومن أمثلتها فيروســات الحمـــى الصـــفراء Yellow fever، والأنفلونزا Influenza، والحصبة الألمانية Rubella (شكل ١- ١ ب)

٢- فيروسات عصوية:

تأخذ الفيروسات العصوية Rod viruses أشكالاً عديدة على حسب مـــا إذا كانت مغلفة Enveloped بغلاف خارجي أم لا، أو أنها ذات تعبئة منتظمة أو غـــير منتظمة داخل الغلاف. وتأخذ الوحدات التركيبية للمحفظة (الصدفة) البروتينيـــة في الفيروسات العصوية ترتيباً حلزونياً منتظم بشكل قضيب ملتـــف Helical. **وتنقســـم الفيروسات العصوية حسب شكلها إلى عدة أقسام هي :**

أ – الفيروسات العصوية الغير مغلفة Non- enveloped rod- shaped viruses

- **فيروسات عصوية مستقيمة (صلبة) Rigid rods** وهذا الشكل يشبه العصا ويكـــون مستقيما و قد تكون قصيرة طولها ١ – ٣ أضعاف عرضها، وقد يكون طولهـــا عـــدة أضعاف عرضها مثل فيروسات تبرقش الدخان (١٥ × ٣٠٠ نانوميتر شكل ١-١ ج)
- **عصويات مرنة Flexible rods** وهذه تختلف اختلافاً كبيراً في أطوالها، ويتميز هذا الشكل العصوي بأنه مرن وينحني وينثني على حسب طوله وطبيعته. ومن أمثلة ذلك.بعض لاقمات البكتيريا العصوية *E.coli*.
- **الشكل الباسيلى Bacilli- form** : يأخذ اسمه من شكل البكتيريا العصـــوية، فيكون شكل الفيروس عصويا ولكن نهايتيـــه تكونـــان مســـتديرتين وغـــير مستويتين،ومن أمثلة ذلك تبرقش البرسيم الحجازي Alfalfa mosaic virus .

ب – الفيروسات العصوية المغلفة Enveloped rod- shaped viruses

ومن أمثلتها فيروس الأنفلونزا Influenza الذي يبدو عند عزله لأول مرة أنه في شكل عصوي (شكل ١-١ د) وخاصة أنفلونزا ج. **ومن هذه الفيروسات مايلى:**

- **الشكل الباسيلي المغلف Enveloped Bacilli** مثل فيروس تـــبرقش القمـــح المخطط Wheat striate mosaic virus).
- **شكل الرصاصة المغلف Enveloped Bullet- shaped** وهى تشـــبه شـــكل الرصاصة وهى عصوية مغلفة، إحدى نهايتيها مستوية، والثانية مستديرة مدببة أو منحنية ومن أمثلتها فيروس السعار(داء الكلب) Rabies .

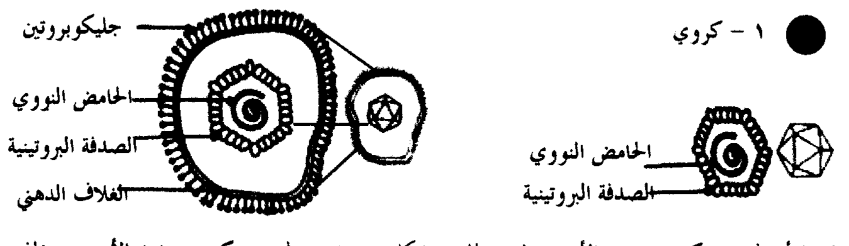
٣ – الفيروسات المعقدة (المكعبة)

وهى ذات شكل مكعب Cuboid viruses وفيها تكون الدقيقة الفيروسية محاطـــة بغلاف معقد التركيب يتكون من الفوسفوليبيدات المختلطة بـــالبروتين، وتوجـــد حولهـــا مصاطب متقاطعة معا Criss-crossed تتكون من تحت وحدات (شكل ١-١ هـ) ، ومثالها فيروس الجدري (سلالة الفاكسينيا Vaccinia)، وجدري الإنسان وجدري البقر، ويعـــد فيروس الجدري من أكبر الفيروسات.ومن أمثلتها أيضا فيروس نقص المناعـــة في الإنســـان (الإيدز H.I.V Human immunodeficiency virus .

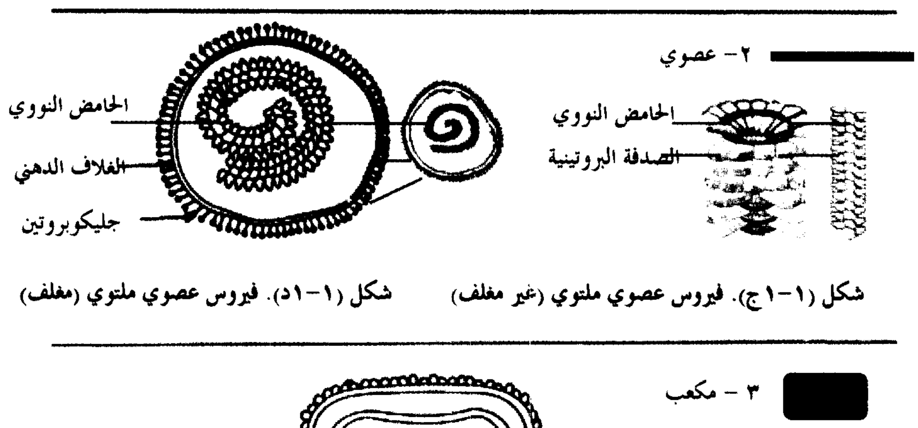
٤ – الفيروسات الأسبيرمية (الرأس والذيل) Spermatozoid viruses

وهى ذات رأس وذيل مما يجعلها قريبة الشبه بالحيوان المنوي كما في بعـــض الفيروسات البكتيرية Bacteriophage والتي يطلق عليها عـــادة اللاقمـــات Phages، وهى الفيروسات التي تهاجم البكتريا (مثل بكتريا القولون) والمعروفة باسم تى مزدوجة الأرقام T-even phage وهى تتكون من رأس ذو شكل عديد الأوجه وذيل حلـــزوني

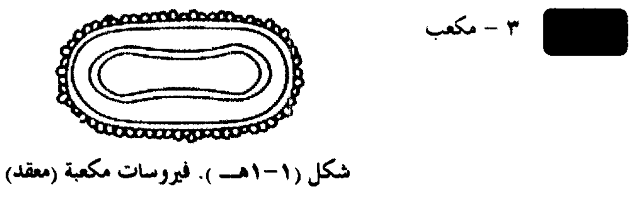
Helical قابل للانقباض Contractile tail وليفات ذيلية Tail Fibers (شـــكل ١-١ و) ويعمل الذيل والليفات الذيلية على امتزاز الفيروس لخلية العائل دون غيرها.



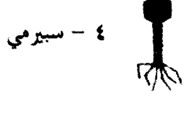
شكل (١-١ أ). فيروس كروي عديد الأوجه (غير مغلف) شكل (١-١ ب).**فيروس كروي عديد الأوجه ، مغلف**

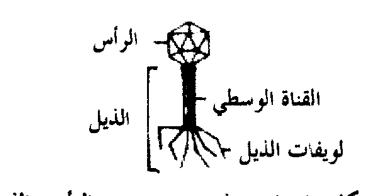


شكل (١-١ج). فيروس عصوي ملتوي (غير مغلف) **شكل (١-١د). فيروس عصوي ملتوي (مغلف)**



شكل (١-١هـ). فيروسات مكعبة (معقد)





شكل (١-١و). فيروس سبيرمي (الرأس والذيل)

شكل (١-١). الأشكال المختلفة للفيروسات

ثانيا: حجم الفيروسات

يعد حجم الفريونات Size of Virions (الوحدات الفردية للفيروسات) من الخصائص المميزة لها. وتنحصر أقطار غالبية الفيروسات بين ٥ - ٣٠٠ ملليميكرون.

وقد أمكن تعيين أحجام الفيروسات عن طريق مقارنة مايلي:

- نتائج الترشيح الفوقى Ultrafiltration ، وفيه تختبر الفيروسات من حيث قدرتها على المرور خلال مجموعة من الأغشية الكلوديونية المتدرجة وذات الثقوب المعروفة الأقطار.
- نتائج معدل ترسيب الحبيبات الفيروسية، وذلك باستعمال الطارد المركزي الفائق السرعة Ultracentrifuge.
- صور المجهر الإلكتروني، لمختلف الفيروسات

وتقسم الفيروسات حسب الشكل والحجم (جدول ١-١) إلى عدة أقسام هي:

١- **فيروسات كبيرة الحجم** :يزيد حجمها عن ١٥٠ ملليميكرون مثل فيروس اصفرار البنجر الخيطي الشكل، وفيروس تبرقش الدخان والفيروسات المسببة لحمى الببغاء والجدري الإنساني والبقرى.

٢- **فيروسات وسطية الحجم**: يتراوح قطرها بين١٠٠ و ١٥٠ ملليميكرون مثل فيروس النكاف والحصبة.

٣ - **فيروسات صغيرة الحجم** : يتراوح قطرها بين ١٧ و ٣٠ ملليميكرون مثل فيروس شلل الأطفال و الحمي الصفراء.، وتبرقش البرسيم الحجازي، ونخر الدخان.

ثالثا - الوزن الجزيئي للفيروسات

يختلف الوزن الجزيئى للفيريونات Molecular Weight of Viruses اختلافاً كبيراً باختلاف محتواه من الأحماض النووية والبروتينات وغيرها من المكونات ويصل الوزن الجزيئى لأكبر الفيريونات حوالي مائة مرة قدر الفيريونات الصغيرة، حيث يتراوح الوزن الجزيئى للفيريونات المختلفة من ٢ × ١٠^{٦} إلى ٢ × ١٠^{٨} دالتون **(جدول ١-١)**.

جدول (١ – ١). أشكال وأحجام والوزن الجزيئي لبعض الفيروسات المسببة لأمراض الحيوان والإنسان والنبات.

الفيروسات المسببة لأمراض الحيوان والإنسان			الفيروسات المسببة لأمراض النبات			
الفيروس – المرض	الشكل	الأقطار بالمليمكرون)	الفيروس – المرض	الشكل	الأقطار بالمليمكرون)	الوزن الجزيئي
حمي الببغاء Psittacosis	كروي	٣٠٠ – ٤٠٠	تبرقش الدخان Tobacco mosaic	عصوي	١٥ × ٦٠٠	٤٠ × $١٠^{٦}$
داء الكلب	كروي	١٥ × ٣٠٠	تبرقش الخيار Cucumber mosaic	عصوي	١٥ × ٦٠٠	٤٠ × $١٠^{٦}$
الجدري الإنساني Varolia الجدري البقري Vaccinia	مكعب	٢٠٠ – ٢٥٠	فيروس إكس للبطاطس Potato virus X	عصوي	٩,٨ × ٤٢٠	٢٦ × $١٠^{٦}$
النكاف Mumps	كروي)	١٧٥ – ٢٠٠	التقزم الشجري للطماطم Tomato bushy stunt	كروي	٢٦	٧ × $١٠^{٦}$
الحصبة Measles	كروي	١٠٠ – ١٥٠	نخر الدخان Tobacco necrosis	كروي	٢٠	٦ × $١٠^{٦}$
الأنفلونزا Influenza	كروي	١١٠	النقط الحلقية للدخان Tobacco ring spots	كري	١٩	٣ × $١٠^{٦}$
شلل الأطفال Poliomyelitis	كروي	٢٥ – ٣٠	تبرقش البرسيم الحجازي Alfalfa mosaic	عصوي	١٦	٢ × $١٠^{٦}$

الفصل الثالث

تقسيم الفيروسات

يقسم بعض الباحثين الفيروسات تبعاً لنوعية الحامض النووي الذي تحتويه دنا DNA أو رنا RNA، بينما يقسم البعض الآخر الفيروسات حسب الشكل الخارجي. ونظراً لأن الفيروسات إجبارية التطفل حيث تتطفل على جميع الأحياء (الإنسان – الحيوان – النبات – البكتريا – الفطريات)، **فأنها تقسم حسب العائل الذي تتطفل عليه إلى أربع مجموعات هي :**

١ – الفيروسات الحيوانية – الزوفاجات Animal viruses (Zoophaginae)

تتضمن الفيروسات التي تصيب الحيوانات والإنسان، وتعرف أيضاً باسم لاقمات الحيوان.

٢ – الفيروسات النباتية – الفيتوفاجات Plant viruses (Phytophages)

تتضمن الفيروسات التي تصيب مختلف النباتات، وتعرف أيضاً باسم لاقمات النبات.

٣ – الفيروسات البكتيرية – لاقمات البكتيريا Bacteriophages

تتضمن الفيروسات التي تصيب الأنواع المختلفة من البكتيريا الحقيقة، وتعرف باسم لاقمات البكتيريا.

٤ – الأكتينوفاجات Actinophages

تتضمن الفيروسات التي تصيب بعض أنواع البكتيريا الخيطية، وتعرف باسم لاقمات البكتيريا الخيطية.

أولا : الفيروسات الحيوانية

يتباين شكل الفيروسات الحيوانية بين العصوي وعديد الأوجه، وبعضاً منها عديد التشكل "أي ليس له شكل ثابت" وهى تحتوى على الحامض النووى

دنا أو رنا .وتصيب هذه الفيروسات الحيوانات والإنسان، وينتج عن الإصابة بها أمراضاً مختلفة تتدرج من الأمراض البسيطة، إلى الأمراض الخطيرة.

الأمراض الفيروسية الحيوانية.

(١) **الأمراض الفيروسية التي تصيب الطيور** هي :

- **أمراض اقتصادية:** وهى أمراض تصيب الدجاج بوجـــه خـــاص مثـــل مـــرض نيوكاسيل وطاعون الدجاج وأنفلونزا الدجاج.
- **أمراض تنتقل من الطيور إلى الإنسان:** مثل حمى الببغـــاء Psittacosis، وحمـــى الطيور Ornithosis، وأنفلونزا الدجاج.
- **أمراض تورمية:** وهى أمراض تعمل على استحثاث التكـــاثر الشـــاذ للخلايـــا وإحداث تورمات شبيهة بتورمات مرض السرطان، ومن أمثلة هذه الأمراض مرض التورم اللحمي للدجاج Fowl sarcoma، ولوكيميا الـــدجاج Fowl Leukemia (تتميز بزيادة كرات الدم البيضاء، وتضخم الغدد الليمفاوية).

(٢) **الأمراض الفيروسية التي تصيب الثدييات :**

تصيب الفيروسات غالبية الحيوانات المستأنسة والبرية، والأرانب بوجـــه خـــاص، وهناك العديد من الأمراض الفيروسية التي تصيب الإنسان، **ومنها:** أمراض شلل الأطفـــال Poliomyelitis والحصبة Measles والأنفلونزا Influenza والجدري Smallpox. والتهاب المخ Encephalitis والنكاف Mumps والالتهاب الكبدي Hepatitis والأيدز Aids

آلية الإصابة بالفيروسات الحيوانية

يصل الفيروس إلى داخل الجسم إما عن طريق الاستنشاق أو القناة الهضمية أو عن طريق الجلد بالعض أو الوخز بالإبر الملوثة أو عن طريق نقل الدم. فإذا ما دخل الفيروس إلى الجسم يبدأ مرحلة أخرى هي الالتصاق بخلايا معينة توجد علـــى أســـطحها مســـتقبلات

لادمصاص هذا الفيروس، بعدها يتمكن الفيروس من الدخول إلى الخلية بعدة طرق منها عملية الالتهام (تشبه عملية التهام الأميبا للغذاء) حيث يبدأ التكاثر وإحداث المرض.

ثانيا : الفيروسات النباتية

يتراوح أشكال الفيروسات النباتية Plant viruses (Phytophaginae) بين العصوي والمستدير، وتحتوى على الحامض النووي رنا RNA مزدوج الخيط d.s.RNA أو مفرد الخيط s.s.RNA كما أنها تكون مغلقة أو غير مغلقة (شكل ١-٢).

وتعد الفيروسات النباتية ذات أهمية قصوى مثلها مثل فيروسات الإنسان والحيوان. فهي تصيب معظم النباتات الزهرية الراقية، وهي تأتي في بعض البلاد بعد الأمراض الفطرية من حيث الخطورة والانتشار، ومن أبرز المحاصيل الاقتصادية التي تصيبها الفيروسات البطاطس والدخان والفول والبنجر وقصب السكر والخيار والفاصوليا ومحاصيل الفاكهة. وتلعب الحشرات والأعشاب البرية التي تستطيع إيواء الفيروس دوراً كبيراً في تمكين الفيروس من مواصلة حياته التطفلية الإجبارية في غياب عوائله النباتية.

وأكثر الأمراض انتشاراً هي أمراض التبرقش Mosaic التي تصيب كثيراً من النباتات مثل الطماطم والخيار والتبغ، وينتج عن هذه الأمراض خسارة مالية كبيرة.

شكل (١ – ٢). رسم تخطيطي لقطاع في فيروس تبرقش الدخان (أ)، وصورة مجهرية مكبرة لشكل الفيروس العصوى (ب)

أعراض الأمراض الفيروسية النباتية Symptoms of plant virus diseases

(١) الأعراض الخارجية External symptoms

وتتميز هذه الأعراض بأنها جروح موضعية متباعدة مفصولة عن بعضها بعضاً، وتظهر عند موضع دخول الفيروس على الأوراق المصابة طبيعياً أو صناعياً. وتأخذ الجروح الموضعية **الأشكال الآتية:**

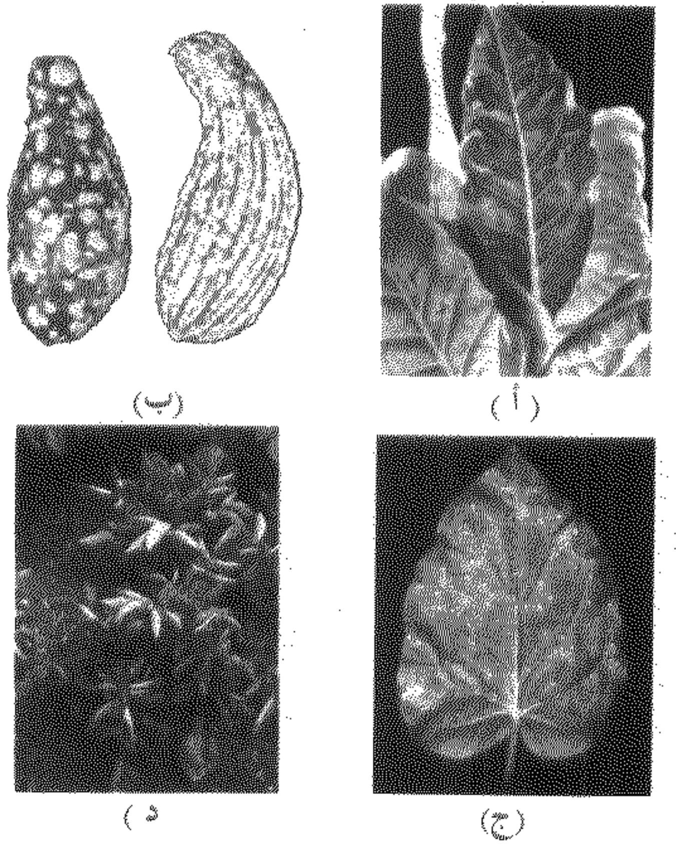
- **شاحبة الخضرة** إذ قد تكون بيضاء تماماً، أو ذات لون أخضر Chlorotic باهت مثل تبرقش بنجر السكر وفيروس نخر التبغ.
- **خضراء** وفي هذه الحالة تكتسب البقع أو الجروح الخضراء التي تظهر على الأوراق المصابة مزيداً من اللون الأخضر Green، أكثر من الأنسجة المحيطة بها مثل فيروس تقزم الطماطم الشجيري.
- **نخرية** تتميزة بأن خلاياها تموت ومن ثم فإنها تعطي جروحاً تقرحية، أو أنها تتآكل وتنخر Necrotic الأنسجة مثل فيروس نخر التبغ TNV ونخر الفاصوليا.
- **البقع الحلقية** وهي تتكون من مجموعة مركزية من الخلايا الميتة Ring spots، يتبادل معها فيما بينها أنسجة خضراء عادية. مثال ذلك فيروس تبرقش البرسيم الحجازي.

(٢) الأعراض الجهازية أو العامة Systemic or generalized symptoms

يطلق عليها اسم إصابة جهازية عامة لأن الأعراض لا تكون عادة محصورة على أماكن دخول الفيريونات **وفيما يلي بعض الأشكال المختلفة للأعراض الجهازية:**

- **التبرقش** التبرقش Mosaic هو ظهور مساحات خضراء داكنة وخضراء فاتحة على الأوراق المصابة. مثل مرض تبرقش الدخان وتبرقش الخيار (شكل١- ٣)
- **البقع الحلقية** تظهر البقع الحلقية كموجات من دوائر ذات شحوب يخضوري أو ميتة Ring spots كما أنها قد تكون بسيطة أو متحدة مثال ذلك فيروس البقع الحلقية في التبغ Tobacco ring spot virus. (شكل ١-٣)

- **النخر** وهو موت الخلايا أو الأعضاء أو كل النبات. كما قد ينشأ النخر Necrosis كمساحات صغيرة منتظمة أو غير منتظمة من أنسجة ميتة (شكل ١-٣). ومن أمثلة ذلك نخر الدخان Tobacco necrosis وتخطيط الذرة Corn streak.
- **التشويه** وفيها يسبب المرض حدوث تشوهات (Malformation (distortion مثل تجعد الأوراق أو قمة النبات، أو التفاف الأوراق (مثل تجعد الدخان Tobacco curl، التفاف ورقة البطاطس Potato leaf roll (شكل ١-٣).



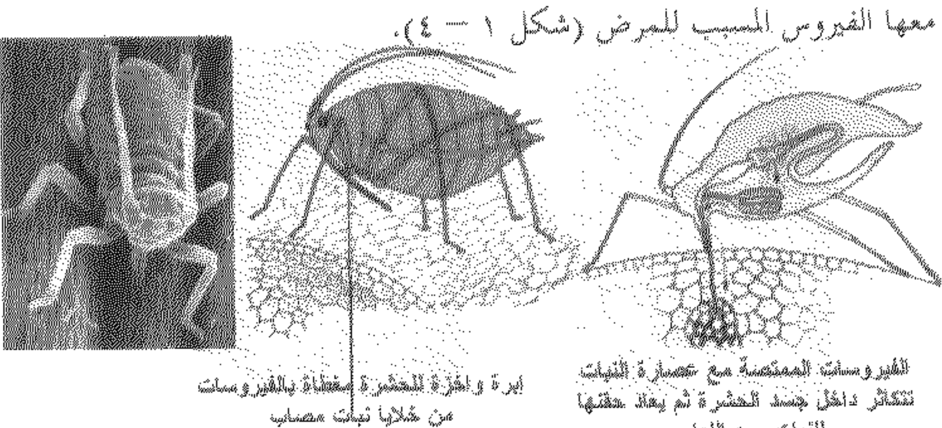
شكل (١ - ٣). بعض الأمراض الفيروسية، (أ) مرض تبرقش أوراق الدخان، (ب)تبرقش الخيار ، (ج) بقع حلقية ونخرية على ورقة الدخان ، (د) مرض التفاف أوراق البطاطس.

- **تقزم النمو** وهو يعني اختزالاً كبيراً في معدل النمو(تقزم) Stunting of growth ويرتبط مباشرة بفقد الكلوروفيل، وكذلك منظمات النمو ويؤدي إلى اختـزال حجم الأوراق والأزهار والثمار وقصر الأعناق والسلاميات مثل التورد القمـي للموز Bunchy top of bananas، تقزم الأرز Stunt of rice.

آلية الإصابة بالفيروسات النباتية Transmission of plant viruses

تنتقل الفيروسات المسببة للأمراض النباتية عن طريق الانتقال الميكانيكي (الاتصال بين النباتات أو بفعل الحيوانات أو بفعل الإنسان)، أو عن طريق الحشرات، البذورة، حبوب اللقاح، أعضاء التكاثر الخضرية، حقن النبات، أو بواسطة ديدان التربة التي تهاجم جـذور النباتات (مثل ديدان النيماتودا). أو الانتقال بالفطريات، أو الانتقال بنبات الحامول.

وتعد الحشرات وخاصة المزودة بممصات مثل المـن Aphids ونطاطـات الورق Leaf hoppers والذباب الأبيض White flies من أهم الناقلات الفيروسـية حيث تتغذى على العصارة النباتية وبانتقالها من نبات مصاب إلى نبات سليم تنقل معها الفيروس المسبب للمرض (شكل ١ – ٤).



شكل (١–٤) انتقال الفيروسات النباتية بواسطة حشرة المـن، وصـورة فوتوغرافيـة للحشرة تقوم بإدخال الممص الثاقب داخل نسـيج السـاق.(عـن Cleagg & Mackean 2000).

ثالثا ـ الفيروسات البكتيرية

البكتريا وهى المعروفة بقدرتها التطفلية على غيرها من أحياء، تكون ذاتها معرضة للإصابة بطرز خاصة من الفيروسات تعرف باسم لاقمات البكتريا "البكتيريوفاج" Bacteriophages وهى تحتوى على الحامض النووي دنا. وتتطفل تطفلاً إجبارياً على الخلايا البكتيرية. وأشكال هذه الفيروسات مختلفة أيضاً، فمنها ما يتميز بوجود ذيل يتصل برأس عديد الأوجه ، ومنها ما هو عصوي أو كروي. ولكن التي درست بصفة مستفيضة هي تلك التي يميزها وجود رأس وذيل يتكون من عدة تراكيب (شكل ١-١ و).

لقد استمدت أغزر المعلومات عن التركيب الدقيق للبكتريوفاج ومراحل تطفله على الخلية البكتيرية من الدراسات التفصيلية على طرز من البكتريوفاج تتطفل إجبارياً على إحدى البكتريا المعوية (إسيريشيا كولاى *Escherichia coli*)، وأعطيت هذه البكتريوفاج اسم كولايفاجات Coliphages اشتقاقاً من اسم نوع البكتيرة العائلة "كولاى Coli".

آلية الإصابة بالفيروسات البكتيرية

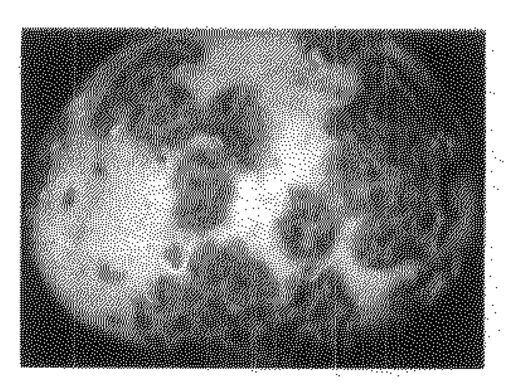
يوجد على سطح البكتيريا مستقبلات تلتصق بها الفيروسات البكتيرية، ويتم التصاق الفيروسات بالخلية البكتيرية عن طريق تركيب يوجد في طرف الذيل يعرف بالألياف الذيلية Tail fibers، يتم بعدها حقن الحامض النووي داخل الخلية عبر قناة تعرف بالقناة الوسطى، عندما تبدأ الإصابة، ويتكاثر الفيروس داخل الخلية البكتيرية فيعمل على انحلالها أو يسبب موتها وذوبانها.

رابعاً : الأكتينوفاجات

تتضمن الفيروسات التي تصيب بعض أنواع الأكتينوميسيتات (البكتيريا الخيطية). وهناك عدة طرز لهذه الأنواع من الفيروسات، وتعرف هذه الطرز باسم

الأكتينوفاجات (لاقمات الأكتينوميسيتات Actinophages). والأكتينوميسيتات هي أرقي أنواع البكتيريا وهي تتوسط في خواصها ما بين البكتيريا والفطريات الحقيقية. ومن أهم الأجناس التي تنتمي إليها جنس ستربتوميسس *Streptomyces* الذي تستطيع بعض أنواعه إنتاج مضادات حيوية (ستربتوميسين، كلورومايسين، الأوريومايسين) وتتعرض أنواع بكتيريا ستربتوميسس المنتجة للمضادات الحيوية للإصابة بالأكتينوفاجات التي تعمل على إذابتها والحد من قدرتها على تكوين هذه المضادات الحيوية.

وأول من اكتشف فيروس الأكتينوميسيتات العالمان ويبولز و ويرينجا Wiebols & Wieringa ١٩٣٦م حيث وجدا أن هناك نوعاً من الأكتينوميسيتات تسبب مرض للبطاطس يعرف باسم جرب البطاطس Potato scabe ويعد المرض الوحيد الذي يصيب النباتات من إحدى الأكتينوميسيتات والتي تعرف بأسم ستربتوميسس سكابس *Streptomyces scabies* (شكل ١-٥).



شكل (١ – ٥). صورة فوتوغرافية لمرض جرب البطاطس الذي تسببه البكتريا الخيطية ستريبتوميسس سكابس *Streptomyces scabies*.

الفصل الرابع

طرق زراعة الفيروسات

حيث أن الفيروسات لا تستطيع النمو والتكاثر إلا داخل خلايا حية، فهي إجبارية التطفل. فقد ابتكرت عدة طرق لتزريع الفيروسات Cultivation of Viruses واستحثاث تكاثرها، وذلك لتشخيص أمراضها، ودراسة تأثير الكيماويات وغيرها من عوامل على مدى نموها وضراوتها، وتحضير لقاحات من سلالات موهنة لمقاومة أمراضها أو إتمام علاجها ، **وأكثر طرق تزريع الفيروسات استعمالا وشيوعاً هي الطرق التالية:**

أولا : زراعة الفيروسات الحيوانية Cultivation of Animal Viruses

١ – حقن حيوانات قابلة للإصابة بالفيروس Animal culture

وفي هذه الطريقة تحقن المادة الفيروسية في حيوانات قابلة للإصابة بها (بأكملها أو أطوار منها، ويتم ذلك في المخ أو التجويف البريتوني أو في العضلات)، ويمكن الاحتفاظ بنشاط هذه المادة بنقلها باستمرار من حيوان إلى آخر.

عرفت هذه الطريقة منذ القرن التاسع عشر، وقبل أن يكون العلم على بينة مطلقاً من أمر الأمراض الفيروسية. ففي عام ١٨٨٥ م كان باستير يبحث عن طريقة ناجحة للحيلولة دون إصابة الإنسان بمرض الكلب Rabies، وتمكن من استحثاث تكاثر العامل المسبب للمرض ومواصلة نشاطه بحقنه صناعياً ونقله في أمخاخ الأرانب والكلاب، ونجح في منع هذا المرض بحقن الإنسان، بعد عضه من الحيوان المسعور مباشرة بالمادة الممرضة المستمدة من الأمخاخ ذاتها، وقد عرف بعد ذلك أن تمرير الفيروسات خلال هذه الأمخاخ يعمل على تهوينها (إضعافها)، وأن هذه المادة الموهنة تعمل على إحداث مناعة للإنسان أو تحصينه ضد الإصابة بمرض الكلب.

٢ – مزارع أجنة الدجاج Chick Embryo culture

قام جودباستيور Goodpasture عام ١٩٣١م من بإدخـــال مـــزارع بـــيض الدجاج الملقح حيث يحضن البيض الملقح (شكل ١-٦أ) لمدة تتراوح بـــين ٨ إلى ١٢ يوم ، ثم يحقن بواحدة من عدة طرق، **أكثرها استعمالاً هي:**

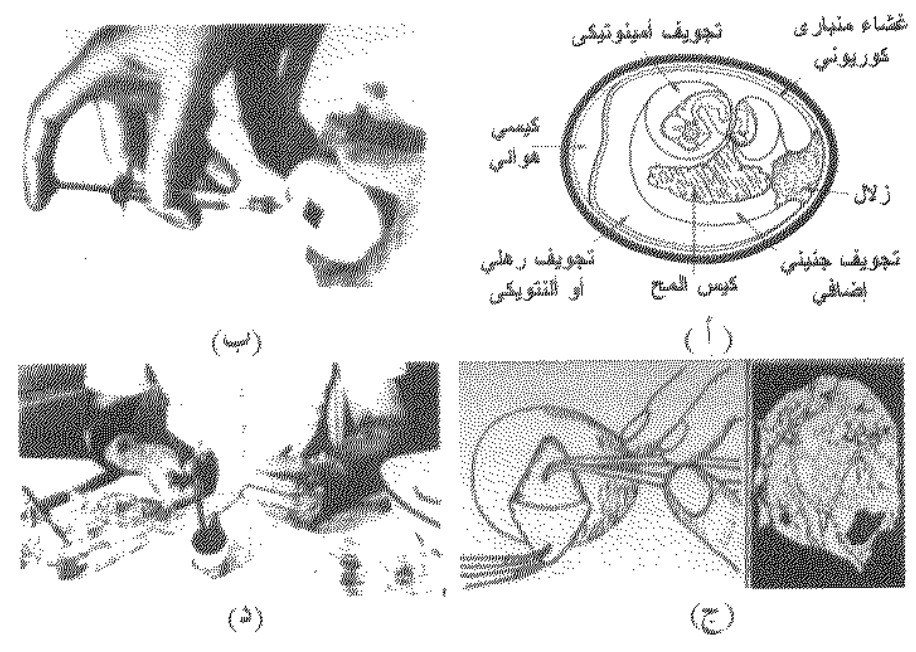
١- الإدخال المباشر للمحقن (لقاح) الفيروســـي Virus inoculum خـــلال فتحـــة تستحدث في القشـــرة والغشـــاء القشـــري إلى الغشـــاء المنبـــارى الكوريـــونى Chorioallntonic (شكل ١-٦ب)

٢- الحقن في التجويف الدهلي Allantonic cavity، أو في كيس المح. وقد يحقن جسد الجنين ذاته في بعض الأحيان ،وذلك عن طريق نزع مربع صغير من قشرة البيضة، ثم إدخال المعلق الفيروسي بواسطة محقن وتغلق فتحة القشرة بغطاء شريحة معقم وشمع أو بالشمع فقط (شكل ١-٦ب).

٣- أو عن طريق التقاط قطعة صغيرة من غشاء مصاب من مزرعة بيضـــية ســـابقة وإدخالها إلى الغشاء المنباري الكوريوني عن طريق غشاء القشرة (شكل ١-٦ج).

وبعد إتمام الحقن يعاد تحضين البيض عند حوالي ٣٧°م لمدة ٢١ يوم من بداية التحضين ،ثم يعاد فتح البيض للفحص وتجمع الأغشية المصابة بالفيروس تحـــت ظروف معقمة (شكل ١-٦د)، والفيروس المتحصل عليه إما أن يستغل للنقل إلى بيض مخصب آخر أو يستغل مباشرة للدراسات التشخيصية والتجريبية.

والنمو والتكاثر الغزير لعدة فيروسات على البيض ذي الأجنة تعطـــي مـــادة كافية لإنتاج اللقاحات أو الفاكسينات على أوسع نطاق، وتستعمل هـــذه الطريقـــة لإنتاج لقاحات ضد أمراض الجدري الإنساني والأنفلونزا والحمى الصفراء.



شكل (١-٦). زراعة الفيروسات بجنين دجاج متكشف (أ)، يتم الحقن في الغشاء المنباري الكوريونى أو التجويف الرهلي أو كيس المح أو جسم الجنين ذاته (ب) أو التقاط قطعة صغيرة من غشاء مصاب وإدخالها عن طريق غشاء القشرة (ج)، وتجميع الأغشية المصابة بالفيروس تحت ظروف معقمة وتستعمل للدراسة (د). (عن مصطفى،عبد العزيز، ١٩٨٣م بتصرف).

٣ – المزارع الخلوية Cell cultures

(أ) مزارع الأعضاء Organ culture: تؤخذ عينة Biopsy أو شرائح (عينات) Slices من أعضاء الحيوانات المعملية ويمكن أن يُحافظ Maintenance على تركيبها الأصلي ووظائفها لعدة أيام وأحيانا لبضعة أسابيع إذا حُفظت في وسط نمو معقم Aseptic growth medium وتستخدم غالباً أعضاء مثل الكُلى والكبد.

(ب) المزارع النسيجية Tissue culture: كان من باكورة طرز المزارع النسيجية، التي تستعمل الآن، تلك المصنوعة من بلازما الدم المتجلط، والتي كانت معروفة

باسم طريقة المزارع البلازمية التجلطية Plasma clot culture حيث يحقن الفيروس في البلازما المضاف إليها قطع من الأنسجة الحية.

أما أحدث طرق المزارع النسيجية (والتي تعرف الآن بالمزارع الخلوية Cell culture) فهي تلك المعروفة باسم المزارع النسيجية وحيدة الطبقة monolayer culture، وهي لا تحتوى على خلايا من عضو واحد فقط كخلايا الكُلْية مثلاً، وتحضر المزارع من خلايا حية، غالباً ما تكون من أجسام القرود أو البشر. ولعملها ، تُفكك الأنسجة الحيوانية إلى معلق من خلايا فردية أو كتل Clumps صغيرة وذلك بفرمها ميكانيكياً ، ثم تعامل بإحدى الإنزيمات المحللة للبروتين Proteolytic enzymes مثل التربسين (بتركيز محدد ولوقت محدد)، وبعد غسل الخلايا وعدها، تخفف وتوضع في أنابيب معقمة تحتوى على منبت مغذى لتسبح فيه الخلايا النسيجية ويحقن فيروسي لأجزاء من أنسجة مصابة أو دم مصاب، وكذلك مضادات حيوية للحيلولة دون التلوثات البكتيرية . وتستعمل هذه الطريقة على نطاق واسع للإنتاج التجاري للقاحات.

ثانيا : زراعة الفيروسات النباتية Cultivation of Plant Viruses

يتم زراعة الفيروسات النباتية **بإحدى الطرق الآتية:**

١ – الحقن الميكانيكي Mechanical inoculation

لا تحتوي الخلايا النباتية على أية مواضع استقبال للفيروسات وذلك لأن طبيعة تركيب جدرها الخلوية تكون غير منفذة. وتبعاً لذلك، يتم إدخال الفيروسات في الخلايا النباتية بالقوة وبطريقة صناعية عن طريق الحقن الميكانيكي. ويجري الحقن الميكانيكي عن طريق معلق من الفيروس النقي أو بواسطة عصير من أوراق النبات المصاب. ولإحداث الإصابة في النبات العائل، فإن مادة خادشة مثل سيلايت Celite يمكن أن تعفر على الأوراق المراد إحداث إصابة بها، أو أن تخلط مع محقن فيروسي. وتمسح الأصابع المغموسة في محقن

الفيروس برقة على السطح العلوي للأوراق، فإن جدر الخلايا المخدوشة ستسمح بدخول الفيريونات إلى داخل الخلية والتكاثر وظهور الأعراض المرضية.

٢ – العدوى الأحيائية Biological infection

بعض الفيروسات النباتية لا يمكنها أن تحدث إصابة عند حقنها ميكانيكيا في النبات. وتنقل مثل هذه الفيروسات في الطبيعة بواسطة ناقلات. والكثير من هذه الناقلات حشرات (لكن هناك غيرها مثل الديدان الاسطوانية، والفطريات وغيرها).

وعند الحقن في المعمل تربى Reared الحشرة الناقلة مثل المن في المعمل وتغذى على النباتات المصابة أو على العصير، ثم ينقل هذا المن ويوضع في أقفاص صغيرة على النباتات السليمة. ومن خلال أجزاء الفم الثاقب الماص Piercing sucking، يَحْقن المن الفيروس في النبات العائل ومن ثم يتكاثر الفيروس.

٣ – الكاللوس والبروتوبلاستات Callus and protoplasts

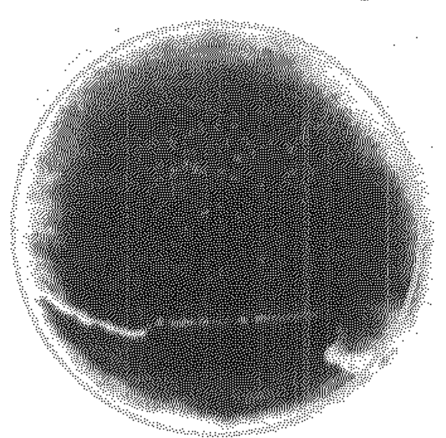
يمكن زراعة أجزاء النبات أو أعضائه وتنميتها صناعياً على مزرعة آجار مدعمة بكل المغذيات وظروف النمو اللازمة. ثم تحقن الأعضاء أو الفروخ Sprouts النامية بعد ذلك بإحدى الطرق السابقة.

أما مزرعة الكاللوس **Callus** والقطع الخضرية فإنها تستخدم كثيراً لتحرير أصول التكاثر المصابة بالفيروس من هذه الإصابة. وقد أمكن، حديثا، استخدام المزارع النسيجية في زراعة الفيروسات النباتية وإكثارها. وفيها يقطع العضو النباتي المناسب ويفكك Macerated إلى خلايا مفردة، ثم يعامل معلق الخلايا الناتج بإنزيمات تفكيك Macerozymes (إنزيم سيليوليز وبكتينيز) لهضم الجدر الخلوية وينتج عنه بروتوبلاستات Protoplasts (خلايا نباتية عديمة الجدار).ويتم إحداث الإصابة بكفاءة بحقن الفيروس أو إضافته على البروتوبلاستات،

ثالثا : زراعة الفيروسات البكتيرية Cultivation of Bacterial Viruses

تستخدم هذه الطريقة لزراعة الفيروسات البكتيرية (لاقمات البكتيريا) Bacteriophage فقط ويلزم لذلك تنمية خلايا بكتيرية حساسة للإصابة بحيث

تكون حديثة النمو (٤-٢٤ ساعة) ويتم ذلك بحقن المستعمرة البكترية بالفيروس المتخصص في احتياجاتها ثم استزراع الخليط على بيئة (صلبة أو سائلة) ملائمة لنمو البكتريا وبعد فترة مناسبة يلاحظ أن المزرعة السائلة أصبحت رائقة (نقص التعكير Low turbidity)، بينما تظهر على المزارع الصلبة مناطق (رائقة) خالية من النمو البكتيري Plaques ، وذلك نتيجة لنشاط الفيروسات النامية وتحليلها للخلايا البكتيرية وإفنائها (شكل ١-٧).



شكل (١-٧). مزرعة صلبة على طبق أجار تبين تأثير البكتريوفاج على خلايا بكتريا، تظهر البكتريا على سطح الآجار نامية كغشاء متصل ذو لون فاتح وتمثل المناطق القاتمة غير المنتظمة الأماكن التي التهم فيها البكتريوفاج النمو البكتيري (عن مصطفى، عبد العزيز، ١٩٨٣م).

رابعا : زراعة فيروسات الحشرات Cultivation of Insect Viruses

تعتبر اليرقات أكثر أطوار دورة الحياة حساسية للإصابة بفيروسات الحشرات. وأحياناً يكون انسلاخاً معينا من اليرقات أكثر حساسية للإصابة بالفيروس من غيره من انسلاخات اليرقة. ويزود معلق المحقن الفيروسي في الغذاء الذي تتغذى عليه اليرقات أو أن يرش مباشرة على اليرقات. تظهر اليرقات المصابة بالفيروس إفرازات أو تغيرات في لون الجلد والتي تعد مصدراً للفيروس المزروع.

الفصل الخامس

التركيب الكيميائي للفيروسات

تتركب الفيروسات كيميائياً من الأحماض النووية رنا RNA أو دنا DNA وبروتين وبعض المركبات الكيميائية الأخرى (شكل ١-٨) كما يلي :

أولاً : الحامض النووي الفيروسي (الطور الداخلي)

تأخذ سلاسل الأحماض النووية الفيروسية Viral nucleic acids أشكالاً **خيطية**، أو **حلزونية**، أو **حلقية**. وتحتوى الفيروسات النباتية على الحامض النووي رنا RNA ولو أن هناك بعض الحالات النادرة التي يحتوى فيها الفيروس النباتي على دنا DNA، أما الفيروسات البكتيرية (لاقمات البكتريا Bacteriophages) فتحتوى غالباً على سلسلة مزدوجة أو مفردة من الحامض النووي DNA، في حين أن الفيروسات الحيوانية يحتوى بعضها على رنا والبعض الآخر على دنا. وعموما لا يحتوى أي فيروس على الحامضين معاً (شكل ١ - ٩). ويكون الحامض النووي عموماً ٥ - ٤٠% من تركيب الفيروس، أما الباقي فهو بروتين.والحامض النووي هو الجوهر الفعال من حيث القدرة على إحداث العدوى، ويحمل في الوقت نفسه المعلومات الوراثية مما يجعل الجزيئات الفيروسية معرضة للطفرات وقادرة على التكاثر وعموماً فإن الفيروسات الكروية تحتوى على نسبة أعلى من الحامض النووي وكمية بروتين أقل بالمقارنة بالفيروسات العصوية.

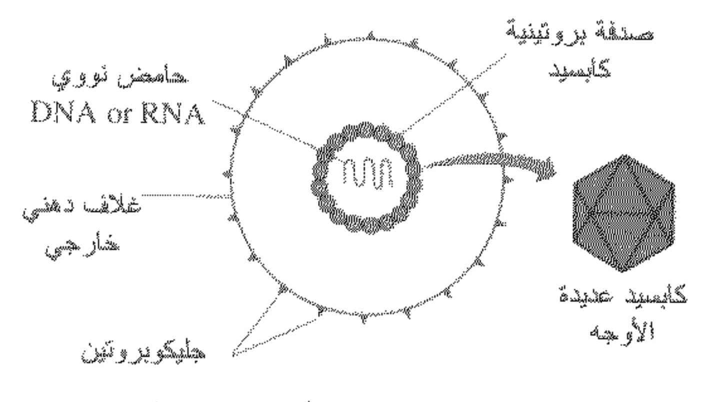
ثانيا : البروتينات (الطور الخارجي)

البروتينات Proteins هي المكون الكيميائي المهم الثاني في الفيروس. وتتكون معظم كتلة الدقيقة الفيروسية من ٥٥ - ٩٩% بروتين، ويشكل هذا المركب الكيميائي غلافاً بروتينياً خارجياProtein coat (كجزيئات من عديد الببتيدات Polypeptide) يحيط بالحامض النووي ويعرف هذا الغلاف بالغطاء أو الصدفة أو المحفظة (كابسيد Capsid)، ويتكون من وحدات تعرف بالوحدات التركيبية للصدفة البروتينية تسمى

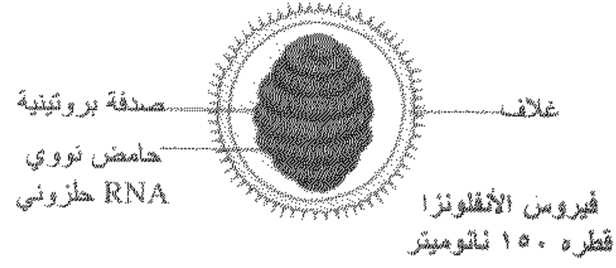
الكابسوميرات Capsomers. وقد تكون كل بروتينات الغطاء من نوع واحد من البروتين أو عدة أنواع مختلفة على حسب طبيعة الفيروس. وتترتب البروتينات في شكل حلزوني أو ملتو يحيط بالحامض النووي في الفيروسات العصوية ويكون قلبها أو محور الفيروس أجوف (مثل الفيروس المسبب لمرض التبرقش)، ويترتب بشكل خاص على الفيروسات الكروية مما يعطيها الشكل عديد الأوجه (شكل ١-٩).

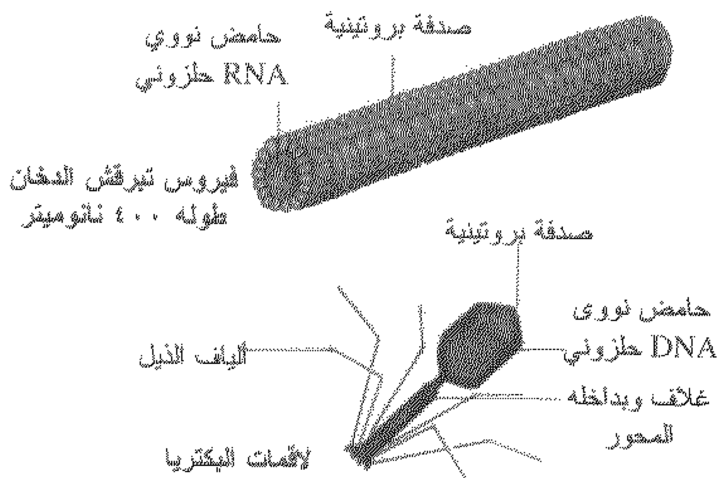
تتميز بروتينات أي فيروس بأنها غالبا ما تكون قوية وثابتة، كما أنه لا يلعب الغلاف البروتين الفيروسي أي دور في عملية الإصابة أو العدوى، كما أنها تؤدي عدة وظائف علي حسب نوع الفيروس منها : تحدد الشكل والحجم والبناء المعماري والتماثل في الفيريون عندما يكون خارج النسيج الحي، يحمي بروتين الغطاء ما بداخله من حامض نووي فيروسي من تأثير الإنزيمات المحللة للحامض النووي والموجود بالعائل، تقوم بدور الوسيط في عملية الإصابة (عن طريق البروتينات السطحية في العلبة أو أشواك الغلاف والتي تقوم بعملية اتصال بمواضع الاستقبال على الخلية الحساسة)، بعض بروتينات الفيروسات هي إنزيمات تسهل عملية الإصابة واختراق الخلية أو تساعد في عمليات تكاثر الفيروس داخل الخلية، وبعض إنزيمات الفيروسات تسبب تحللاً لكرات الدم الحمراء، وبعض بروتينات الفيروس تسبب الاندماج الخلوي أي أنها عندما تكون بين خلتين فإنها تؤدي إلى انصهار أغشيتهما السيتوبلازمية واندماجها معاً في كتلة بروتوبلازمية واحدة تحتوي علي نواتين،، بعض بروتينات الفيروس تسبب تلزناً (تجلط) لكرات الدم الحمراء.

يتركب البروتين من أحماض أمينية (عزل أكثر من ٢٠ حمضاً أمينياً مختلفاً من البروتينات يتكون كل حامض أميني من مجموعة كربوكسيلية ومجموعة أمينية ومجموعة أساسية (شكل١-١٠أ) ترتبط ببعضها عند مجموعة الأمين (NH_2) في الحامض الأول



شكل (١–٨). التركيب الكيميائي العام للفيروسات.





شكل (١–٩). التركيب الكيميائي للفيروسات الحيوانية، والنباتية، والبكتيرية.

(عن Cleagg and Mackean 2000).

ومجموعة الكربوكسيل من الحامض التالي مكونة رابطة ببتيدية (شكل١-١٠ب). وبتجميع الببتيدات معاً يتكون عديد الببتيد في صورة سلسلة، وقد يتكون من سلسلتين أو أكثر مشكلاً جزئ البروتين.

(أ)

ذرة كربون

مجموعة كربوكسيل

المجموعة الأساسية

المجموعة الأمينية

$$R-\underset{NH_2}{\overset{H}{C}}-C\begin{matrix}=O\\ -OH\end{matrix}$$

(ب)

رابطة ببتيدية

$$H_3N^+-\underset{}{\overset{R}{C}}-COO^- + H_3N^+-\underset{R'}{C}-COO^- \xrightarrow{-H_2O} H_3N^+-\overset{R}{C}-\boxed{CO-NH}-\underset{R'}{C}-COO^-$$

حامض أميني ١ — حامض أميني ٢ — ثنائي الببتيد

شكل (١-١٠). التركيب العام للحامض الأميني (أ)، وكيفية تكوين الرابطة الببتيدية بين حامضين أمينيين (ب).

ثالثا: بعض المكونات الكيميائية الأخرى للفيروسات

تحتوي بعض الفيروسات، إضافة إلى الحامض النووي الفيروسي والبروتين الفيروسي والغلاف، على تراكيب كيميائية أخرى Other viral chemical constituents،وتضم هذه المواد آثار من العناصر المعدنية، كما تحتوى أيضا على الدهون والجليكوبروتين على هيئة غلاف يغطي بعض الفيروسات ولا يوجد هذا الغلاف في كل الفيروسات. و تحتوى أيضا على النشويات وعديدات الأمين.

والجدير بالذكر، أن كل هذه المكونات الكيميائية يكون مصدرها الخلية العائلة، ولا توجد أية جينات (مورثات) فيروسية لتخليقها، لذا فإن مثل هذه الفيروسات قد يختلف تكوينها من هذه المركبات على حسب نوع الخلية العائلة التي تنمى فيها مع ملاحظة أن الحامض النووي والبروتين الفيروسي لا يختلفان مطلقا باختلاف العائل.

الفصل السادس

آلية تكاثر (تضاعف) الفيروسات

تعتبر الفيروسات كيانات ممرضة متطفلة تطفلاً إجبارياً، لا تنشط ولا تتكاثر إلا في جسم كائن حي آخر (العائل). لا يشبه تكاثر الفيروسات وزيادة عددها عملية التكاثر في الكائنات الحية، لذلك تسمى عملية تكاثر الفيروسات بالتضاعف الفيروسي.

تختلف الفيروسات عن الكائنات الحية المتطفلة الأخرى في أن الفيروس يتكاثر ويكون أجسام الفيروسات الجديدة الناتجة الأخرى من جزيئات مكونات خلايا العائل بعيداً عن جسم الفيروس، حيث أن الفيروس يستخدم ريبوسومات الخلايا أثناء تكاثره. أما الطفيليات الأخرى غير الفيروسية فإنها تستمد غذائها فقط من العائل وتحوله إلى مكونات بروتوبلازمية وتنمو في الحجم، ثم تكون من جسمها الأجزاء التكاثرية. ومما هو جدير بالذكر أن الفيروسات لا تتكاثر بالانشطار كما في الخلية البكتيرية. وعموما **تتلخص طريقة تكاثر الفيروسات في خمس مراحل هي:**

١ — **الالتصاق** (إدمصاص الفيروس) **Attachment** : حيث يلتصق (يرتبط) الفيروس المعدي عند مناطق استقبال خاصة Receptors على الجدار الخارجي لخلية العائل. بينما الفيروسات الحيوانية تلتصق مباشره على الغشاء البلازمي لخلية العائل . بينما العوائل الغير حساسة للفيروس لا تلتصق بالفيروس بإحكام، وتستغرق هذه المرحلة من ١٠ — ٦٠ دقيقة.

٢ — **الاختراق Penetration**: وهناك رأيان بالنسبة لهذه المرحلة:

(أ) الرأي الأول : تدخل كل مكونات الفيروس من الحامض النووي والغلاف البروتين إلى الخلية على الرغم من أن الجزء البروتيني ليس له دور في الخطوات التالية كما

في الفيروسات النباتية (تحقن داخل الخلية عن طريق الحشرات)، والفيروسات الحيوانية قد تصل إلى داخل الخلية بطريقة البلعمة (الالتهام كما في الأميبا) Phagocytosis.

(ب) الرأي الثاني : يدخل الحامض النووي الفيروسي فقط (بالحقن) تاركا الغلاف البروتيني خارج الخلية كما في حالة الفيروسات البكتيرية، ثم يتم التخلص من الغلاف البروتيني الفيروسي بفعل الإنزيمات الهاضمة للبروتين وبذا تنتهي عملية الاختراق بظهور الحامض النووي الحر داخل خلية العائل.

٣ – **تثبيط (إيقاف) المعلومات الجينية لخلية العائل Integration** : تحمل المادة الوراثية دنا DNA التي تكون الكروموسومات في نواة خلية العائل كافة المعلومات الجينية التي تنظم كل العمليات الحيوية التي تحدث بالخلية، ومن أهمها تصنيع البروتين والعديد من إنزيمات الخلية التي تتحكم في كل العمليات الحيوية.

وبدخول الحامض النووي الفيروسي إلى خلية العائل يحدث تثبيط وإيقاف كل المعلومات الجينية الأصلية في مادة دنا DNA بكروموسومات خلية العائل، وبالتالي تفقد النواة السيطرة على نشاط خلية العائل.

٤ – **تخليق مكونات الفيروسات Replication** : تبدأ خلية العائل بعد تثبيط معلومات المادة الجينية لكروموسوماتها الاستجابة للحامض النووي الفيروسي والذي يعمل كنظام جيني جديد يتحكم في نشاط خلية العائل ويوجهه لتصنيع (تخليق) مكونات جديدة (حامض نووي + غلاف بروتيني (كابسيدات))، أي يسخر الفيروس خلية العائل لتخليق مكونات فيروسية جديدة. ويتحد كل حامض نووي مع كابسيدات الغلاف البروتيني لتكوين الفيريونات الكاملة.

٥ – **تحرر الفيروسات Releasing of viruses**: وفيه تتحرر الفيروسات المتكونة من خلية العائل وذلك بدون إذابة الجدار أي بالانبثاق من خلال الغشاء البلازمي

للتحلية (في حالة الفيروسات الحيوانية)، أو بإذابة جزء من جدار الخلية أو تحلل الخلية بالكامل (في حالة الفيروسات البكتيرية).

وفي بعض الحالات تتحرر الفيروسات بـدون أي إضـرار بالخليـة مثـل الفيروسات الخيطية التي تتمو بوجود غلاف بروتيني مستطيل يضم جزء واحـد مـن حامض DNA وتتطفل هذه الفيروسات على بعض البكتيريا سالبة الجرام التي تكـون شعيرات جنسية يلتصق بها الفيروس، وهذا النوع من الفيروسات لا يستولي تماماً على أيض الخلية البكتيرية المصابة.

الفيروسات البكتيرية (البكتيريوفاجات) Bacteriophages

البكتريوفاجات أو لاقمات البكتيريا Bacteriophages هـي طـرز مـن الفيروسات تصيب البكتيريا وتتطفل عليها تطفلاً إجبارياً، وهي مثـل غيرهـا مـن فيروسات تتكون أساساً من حامض نووي وبروتين، وهي تعيش على حساب البكتيريا التي تستوطنها، وتتكاثر بداخلها، ولا تلبث أن تعمل على إتلاف نفس الخلايـا الـتي هيأت لها سبل تكاثرها. أي تعمل على انحلالها وتسبب موتها وإذابتها. لذلك يسـتغل البعض منها طبياً للقضاء على بعض الأمراض البكتيرية التي تصيب الإنسان.

تخصصية الفيروسات البكتيرية

لكل نوع من أنواع البكتيريوفاجات تأثيره الخاص الذي لا يظهـر إلا علـى طراز أو نوع معين من البكتيريا، وقد عزلت البكتريوفاجات مـن بكتيريـا متعـددة الأصناف، منها ما تعيش متطفلة، ومنها ما تعيش مترممة، وأكثر الفاجات دراسة هـي تلك المتطفلة على البكتيريا المعوية (إشيريشيا كولاى *Escherichia coli*) وتعرف مثل هذه الفاجات باسم فاجات الكولاى Coliphages، أو فاجات بكتيريـا القولـون. وتخصصية البكتريوفاج المحددة لعائل بكتيري هي أداة فعالة لتشخيص بعض الأمراض البكتيرية، فالسلالات المختلفة لكل من بكتيريا التيفود *Salmonella typhi* و البكتيريا

العنقودية ستافيللوكوكس أورياس *Staphylococcus aureus* تكاد تتشابه في كثير من الصفات، ولكن يمكن التمييز بينهما وتصنيفها حسب الطراز الفاجي الخاص بها. ويتم ذلك بتنمية السلالات البكتيرية المختبرة في مزارع صلبة ووضع معلقات من مختلف الفاجات على مدى مساحات متفرقة من هذه المزرعة، ثم يتحدد الطراز الفاجي، وبالتالي سلالة البكتيريا المختبرة، بملاحظة ماهية الفاج المسبب لحدوث منطقة الإذابة plaque (المناطق الشفافة الخالية من النمو البكتيري)، في النمو البكتيري.

أهمية دراسة الفيروسات البكتيرية

تعتبر دراسة الفيروسات البكتيرية (الفاجات) على درجة كبيرة من الأهمية لأنها تمثل نموذجا من الفيروسات يمكن دراسته بسهوله، وذلك لأن عوائل الفاجات هي البكتيريا، وهي نوع من الأحياء يسهل تداولها في المختبرات، ويمكن تنميتها تحت ظروف أكثر تحديدا ودقة من عوائل الفيروسات الأخرى مثل النبات والحيوان.

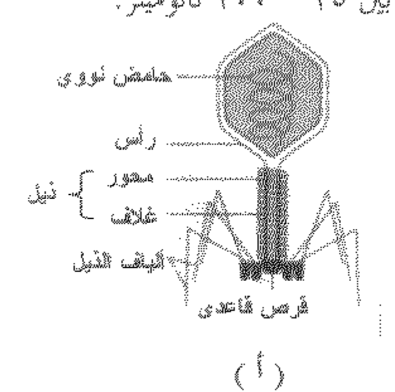
أشكال وأحجام وتركيب الفيروسات البكتيرية

Shapes, Sizes and Structure of Bacteriophages

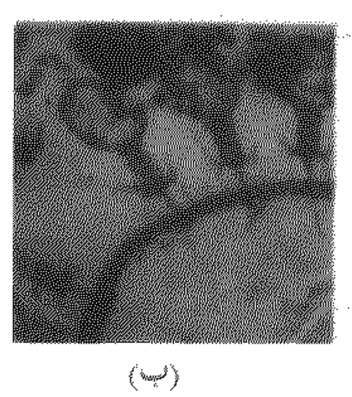
كان من النتائج البارزة لاكتشاف المجهر الإلكتروني إماطة اللثام عن أشكال وأحجام البكتيروفاجات، لا سيما فيما يختص بالكولايفاجات المتطفلة على البكتيريا المعوية *E. coli* ، حيث أمكن تمييز سبعة طرز من هذه الكولايفاجات تتشابه جميعها من حيث تطفلها على هذه البكتيريا المعوية بالذات ويرمز لها بالرموز ت١ (T1) إلى...ت٧ (T7) .

يوجد نوعان رئيسيان من لاقمات البكتيريا هي : اللاقمات (الفاجات) المحللة Lytic، أو الضارية الشرسة (التي تحلل الخلية المصابة)، والنوع الثاني هواللاقمات (الفاجات) المعتدلة Temperate (الغير شرسة A virulent) التي لا تحلل الخلية المصابة.

يتركب كل فيروس بكتيري (بكتيريوفاج (شكل ١-١١)) مـــن رأس Head سداسي الزوايا أو مضلعة أو مستديرة وذيل Tail، ويحمل الذيل عدد من الزوائد الـــتي يستطيع الفاج بواسطتها الالتصاق بالخلية البكتيرية العائلة. ويتكون الرأس بدوره مـــن غلاف خارجي يعرف بغلاف الرأس Head membrane ويتكون من البروتين (لا يسهم في نشاط أو تكاثر البكتريوفاج)، ويحيط هذا الغلاف بجزء وسطي يحتوى على حامض دنا (هو وحده الذي يعمل على إتمام التطفل وتكاثر دنا الفاج) ويكون الـــذيل مجوفـــاً (ومكوناً من مواد بروتينية) وينبسط عند نهايته ليكون منطقة الألتصاق عند تطفله على البكتيرة. وتتراوح أحجام رؤوس الفاجات بين ٤٧ ـــ ١٠٤ نانوميتر، أما الذيل فيتراوح بين ٢٥ — ١٠٠ نانوميتر.



(أ)


(ب)

شكل (١-١١). تركيب البكتريوفاج (أ)، البكتيريوفاج T4 ملتصق بجدار خلية العائل (ب). (عن Clegg and Mackean, 2000).

والذيل في الفاج معقد التركيب فهو يحتوى على أنبوبة مجوفة محاطـــة بغـــلاف بروتيني له القدرة على الانقباض ينتهي من أسفل بقرص قاعدي Based plate وتتصـــل بالقاعدة ستة شعيرات تسمى شعيرات الذيل Tail fibers. كـــذلك يوجـــد في بعـــض الفاجات أشواك تخرج من القرص القاعدي ذات وظيفة خاصة في تثبيت الفاج بالعائل.

أنواع الإصابة بالفيروسات البكتيرية Types of bacteriophages infection

تنقسم الفاجات حسب نوع الإصابة إلى فاجات ضارية Virulent phages وهي تسبب الإصابة التحللية Lytic infection، والفاجات المعتدلة Temperate phages وفيه تكون الإصابة غير تحللية للخلية البكتيرية Non-lytic infection.

أولاً : الفاجات الضارية (الإصابة التحللية)

يتميز الفاج الضاري (الشرس) Virulent phages بأنه بمجرد غزوه لخلايا العائل يبدأ مباشرة في دورة التحلل Lytic cycle التي ينتج عنها تحللاً وتدميراً تاماً للخلايا المصابة ذاتها قبل أن تعاود انقسامها، وتتحرر منها حبيبات فاجية كاملة، وقد يصل عدد هذه الحبيبات الجديدة إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠ في كل خلية. ويطلق على الإصابة التحللية أيضاً إصابة خضرية Vegetative أو تكاثرية Replicative وهي تعني أن الفاج الذي يحدث إصابة يتكاثر داخل الخلية مكوناً عدة نسخ Replica من نسل اللاقم Progeny.

تضاعف الفاجات الضارية

أجريت دراسات تفصيلية لتبيان مراحل التفاعل والتطفل (آلية العدوى – إصابة تحللية lytic infection) بين إحدى الفاجات المذيبة Lytic phages والبكتيرة العائلة له، وكان طراز Colifage T2 من الفاجات الكولية هو بالذات محور هذه الدراسات، وقد أسفرت هذه الدراسات أن هذه العلاقة التطفلية (آلية العدوى – التضاعف – التحلل) بالإضافة إلى ضرورة وجود الفاج وأحاطته بالخلية البكتيرية العائلة **تتضمن المراحل التالية:** (شكل ١-١٢).

١ – **مرحلة الامتزاز – الادمصاص Adsorption stage**: عند سقوط الفيريونات أو انتقالها ووصولها إلى مواضع معينة من سطح الخلية البكتيرية الحساسة للإصابة باللاقم المعين، تلتصق حبيبة الفاج بسطح خلية العائل، ويتم ذلك بواسطة قاعدة ذيل الفاج في

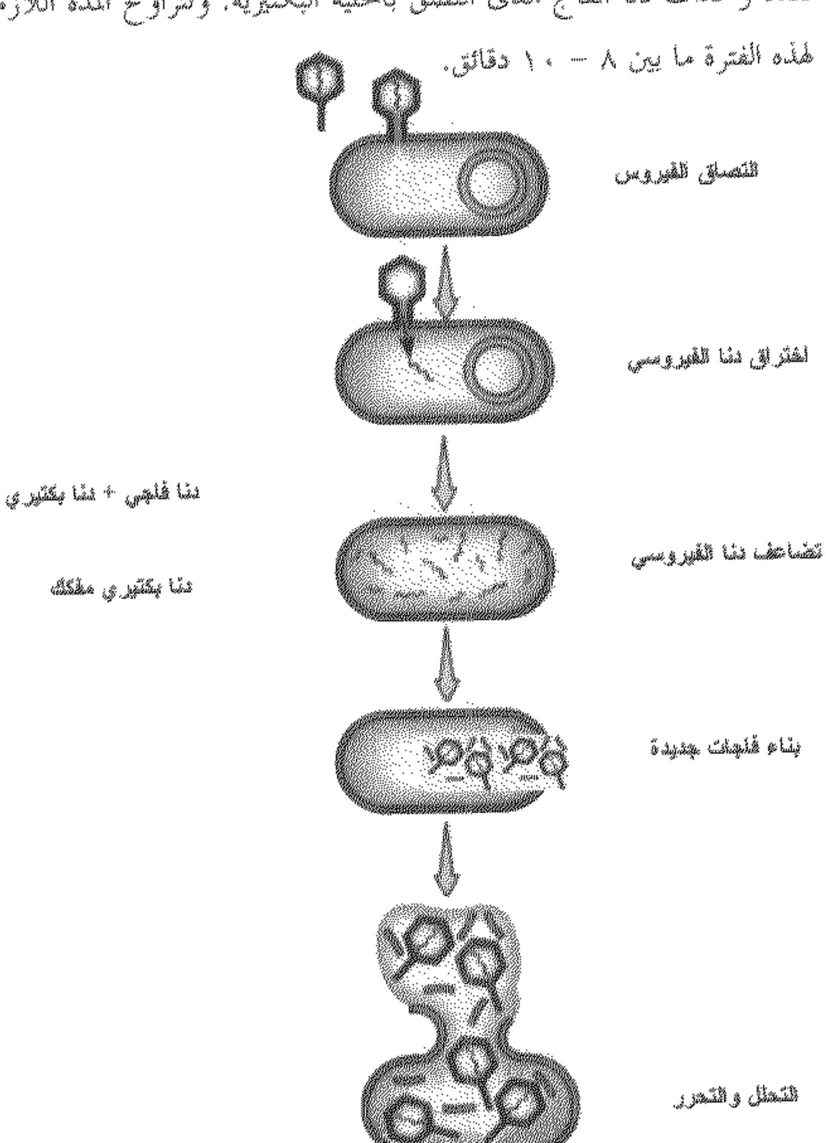
نقطة معينة تعرف بالمستقبلات Receptors، ويوجد للاقم الواحد العديد من مواضع الاستقبال على كل خلية بكتيرية وتوجد عدة أنواع من مواضع الاستقبال على حسب نوع البكتريا أو نوع اللاقم. وقد توجد مواضع الاستقبال على أماكن مختلفة من الخلية البكتيرية مثل الطبقة الخارجية أو الداخلية من الجدار الخلوي، أو علـى أوبـار Pili الأنواع المذكرة +F مثل بكتيريا القولون، أو توجد على الأسواط (مثل اللاقم تشـاي الذي ينزلق على طول السوط ليصل إلى سطح الخلية البكتيرية).

يتم الادمصاص (الالتصاق) بين الفيروس ومواقع الاستقبال نتيجة تجاذب كيميائي بين الشحنات الموجبة الموجودة على الزوائد بذيل الفاج والشحنات السالبة الموجودة على سطح خلية العائل البكتيرية. ويساعد على عملية الادمصاص وجود عوامل مسـاعدة مثل الكالسيوم أو الماغنسيوم، وأحماض أمينية.

٢ - مرحلة الإصابة - الاختراق **Infection or Penetration stages** : تبدأ شعيرات الذيل Tail fibers للفاج في إفراز إنزيمات محللة (ليسوزيم التي تكون موجودة أصلاً داخل ذيل اللاقم) تذيب جزء من جدار الخلية البكتيرية، فينقبض الذيل وينفذ طرفه خلال جدار الخلية البكتيرية، وتندفع الأنبوبة المركزية وهي غير منقبضة وتشبه إبرة الحقنة خلال الطبقات الخارجية لجدار الخلية البكتيرية بحركة التفافية وتقبض الرأس مما يؤدي إلى قذف وتفريغ دنا الفيروس Viral DNA إلى داخل البكتيرة تاركاً في الخارج الغلاف البروتيني الفارغ للعلب.

٣ - مرحلة التكاثر (التضاعف **Multiplication**) : فور دخول الحامض النووي القـاجي إلى داخل الخلية فإنه يسبب تغيراً ملحوظاً في أيض الخلية البكتيرية حيث يقف نشاطها تماماً عن تكوين مكوناتها الأساسية مثل دنا البكـتيري DNA والـبروتين، ويصـبح حامض دنا الفاج هو المسيطر وحده على كافة أنشطة البكتيرة. ثم يأخـذ في إكثـار نفسه ذاتياً إلى عدة وحدات يتباين عددها باختلاف طراز الفاج.

ويستحث وجود دنا الفاج تكوين أغلفة بروتينية وغيرها مـــن التراكيـــب الأخـــرى الضرورية للفاجات الجديدة التي يتم تكوينها، ويكون عددها مساوياً إلى حد ما لعدد وحدات دنا الفاج الذى التصق بالخلية البكتيرية. وتتراوح المدة اللازمـــة لهذه الفترة ما بين ٨ — ١٠ دقائق.



شكل (٩–١٢). رسم تخطيطي يوضح مراحل تضاعف الفاجات الضارية.

٤ - مرحلة التصاعد - النضج (بناء فاجات جديدة) Rise stages : تمتلئ الأغلفة البروتينية المتكونة بالوحدات الموجودة داخل الخلية البكتيرية من حامض دنا الفاجي بحيث يحوى كل غلاف بروتيني بداخله وحدة متكاملة منها، فتتكون بذلك عدة فاجات جديدة كاملة معدية تمتلئ بها الخلية البكتيرية، وتتراوح المدة اللازمة لإتمام ذلك ما بين ١٠ - ١٥ دقيقة.

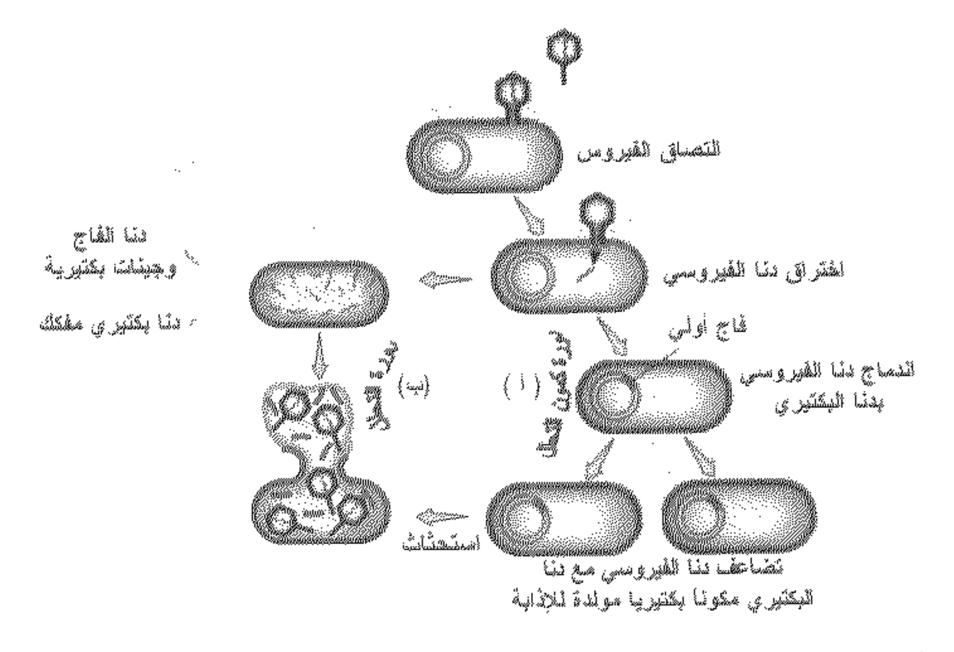
٥ - المرحلة النهائية (التحلل والتحرر Final stage (Releasing & lyses: تبدأ الفاجات الجديدة في إفراز إنزيمات محللة تضعف الجدار الخلوي للخلية البكتيرية وتفككه وتؤدى إلى تمزقه، فيتحرر ما بالخلية البكتيرية من فاجات، ولا تلبث البكتيرة أن تذوب ويحيق بها الهلاك. ويبدأ كل فاج ناتج في مهاجمة خلية بكتيرية جديدة وتستمر هذه العملية حتى يتم تحليل المعلق البكتيري. وعادة ما يتجاوز المدة بين مرحلة الإصابة والمرحلة النهائية الثلاثين دقيقة وتعرف هذه الدورة بدورة الإذابة أو التحلل Lytic stage

ثانياً : الفاجات المعتدلة (الإصابة غير التحللية):

يحدث في بعض الأحيان أن لا تكون الإصابة الفاجية من الطراز الضاري المذيب للخلية البكتيرية،وتسمى بالفاجات المعتدلة Temperate phages وفيها يقع الدنا الفاجي تحت سيطرة الخلية البكتيرية ولا يستطيع تحليلها ويظل كامناً (طور ناقص)، ويسمى في هذه الحالة بالفاج الأولى Prophage، وتظل الخلية تعمل بصورة عادية تماماً.

و لا يلبث ان يندمج دنا الفيروس (الفاج) مع دنا الجينوم (الكروموسوم) البكتيرى ويعمل على إنتاج جزئ بروتيني كابح Repressor للنزعة الضارية، ويظل ساكناً ومصاحباً لجينوم الخلية البكتيرية خلال مراحل انقسامها وتكاثرها بشكل طبيعي ويقوم دنا الفاجي بمضاعفة نفسه كجزء من دنا الجينوم البكتيري. وبذلك تنتقل نسخة منه من جيل إلى جيل

(طالما أن البروتين الكابح لا يزال فعالاً) وتعرف البكتيرة المحتوية على الفـــاج الأولي باســـم البكتيرة المولدة للإذابة Lysogenic bacterium (شكل ١-١٣).



شكل (١-١٣). خطوات تكاثر الفاجات المعتدلة،دورة كمون التحلل (دورة تحللية) (أ)، دورة التحلل (ب).

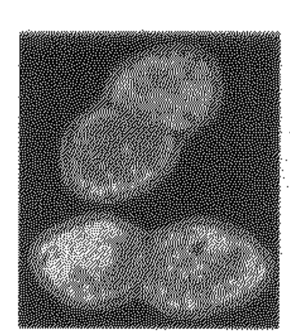
تسمى البكتيرة المولدة للإذابة (المتحللة وراثياً) بهذا الاسم وذلك بسبب أنه يحدث بعد عدة أجيال أن تنتهي الحالة الكامنة للفاج الأولي وينفصل عن جينوم بعـــض الخلايـــا البكتيرية ويسخره لتكوين دنا وبروتينات فاجية، ثم تذاب قلة من هذه البكتيريا وتتحـــرر منها حبيبات فاجية كاملة، تستطيع أن تصيب بكتيريا أخرى قابلة للإصابة بها وتعمل على إذابتها وانحلالها (شكل ١-١٣)، أي أن البكتيرة المصابة بالفاج المعتدل تحتوي بداخلـــها على فاج كامن وغير مكتمل، ولكن لديه القدرة بعد مضي عـــدة أجيـــال أن يســـترد ضراوته ليصبح فيروساً مكتملاً ومعدياً. ومحتفظاً في الوقت ذاته بكافة الصفات الأصلية.

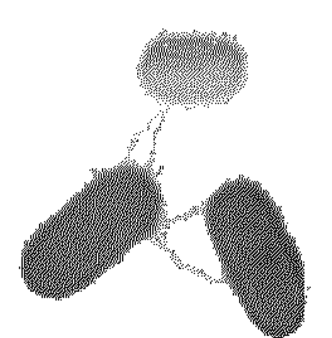
الباب الثاني

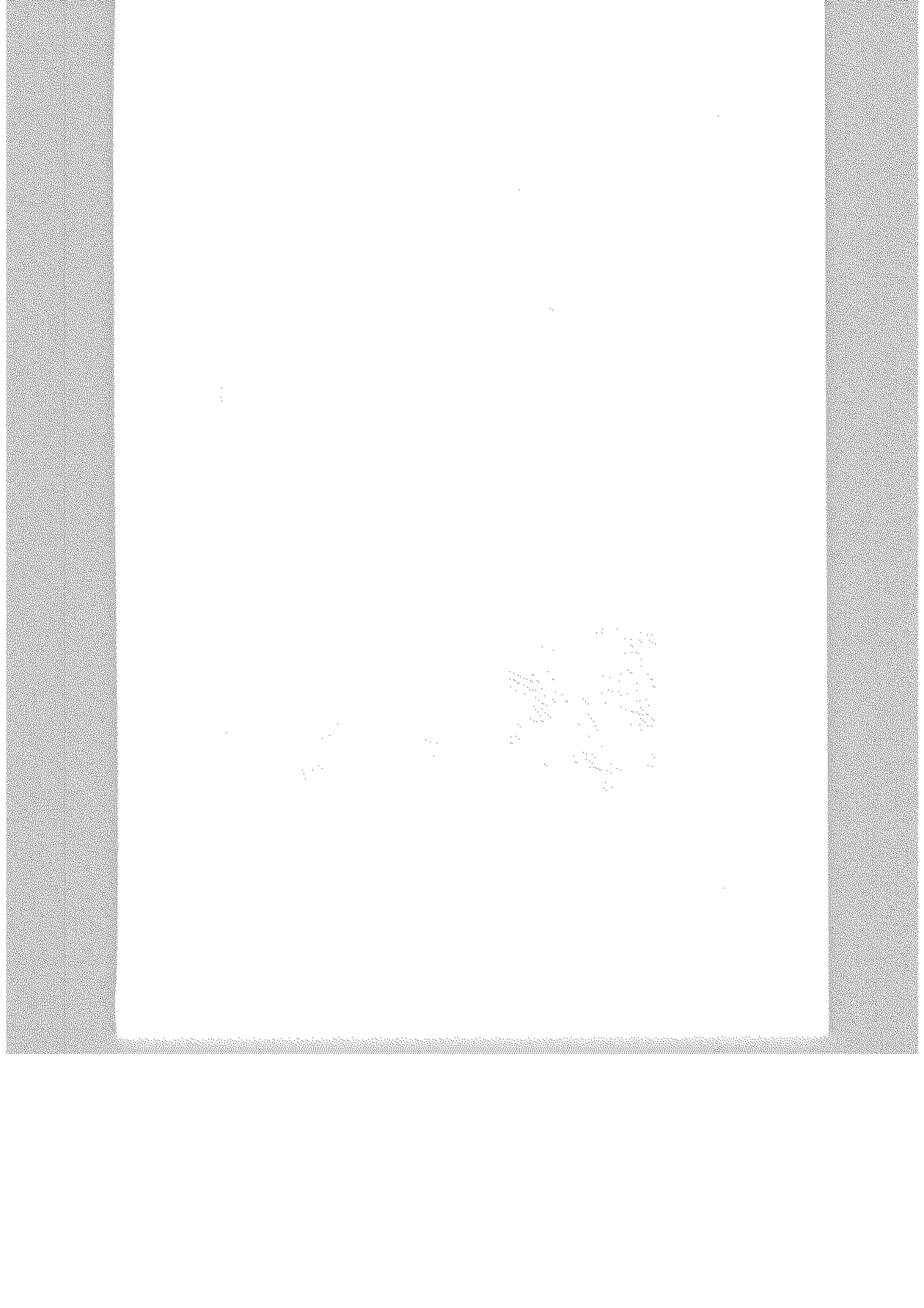
مملكة البدائيات

البكتيريا

- الفصل الأول : أسس تقسيم وتسمية البكتيريا.
- الفصل الثاني : قسم البكتريا الضوئية.
- الفصل الثالث : البكتيريا الغير ضوئية صفاقا وأهميتها.
- الفصل الرابع : الشكل الظاهري للبكتيريا.
- الفصل الخامس: تركيب الخلية البكتيرية.
- الفصل السادس: التغذية والنمو والتكاثر في البكتيريا.
- الفصل السابع: بعض المجاميع البكتيرية وخصائصها.







الفصل الأول

أسس تقسيم و تسمية البكتيريا

يرجع الفضل في اكتشاف البكتيريا إلى العالم الهولندى أنطون فان ليفينهوك Antoni van Leeuwenhok (١٦٣٢-١٧٢٣م)، وكان بحثه الذي قدمه إلى الجمعية البريطانية م فتحا في مجال دراسة هذه الأحياء الدقيقة.ثم توالت بعد ذلك الدراسات في مجال علم البكتيريا ولاسيما على يد العالم الفرنسي باستير Pasteur (١٨٢٢-١٨٩٥م)، والعالم الألماني روبرت كوخ (١٨٤٣-١٩١٠م)، حيث أمكن عزل البكتيريا وتنميتها.

تكون البكتريا مجموعة محدودة من الكائنات وإن كانت غير متجانسة ذات تركيب خلوي بسيط. وخلاياها بدائية النواة.

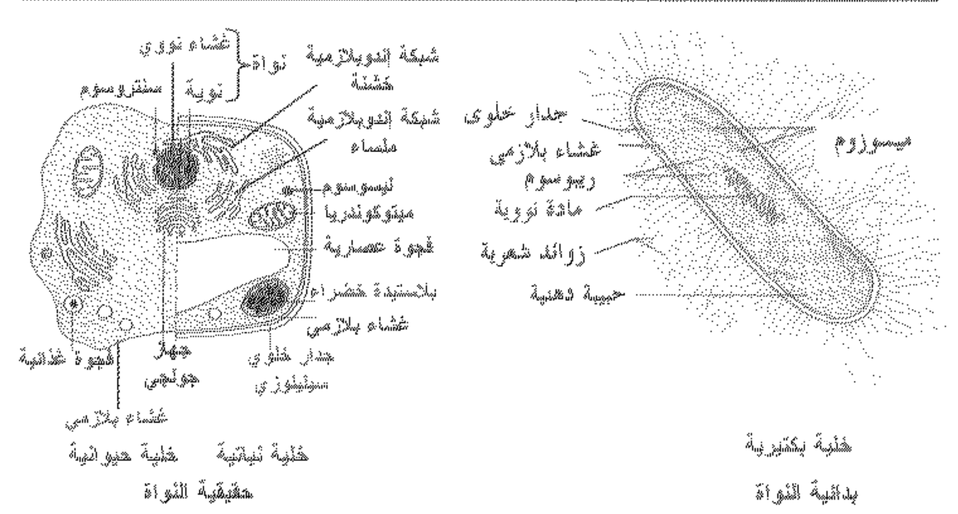
وقد سميت البكتيريا قديما بالفطريات المنشقة Schizomycetes، وذلك للنمط السائد في تكاثرها (إنشطار Schizo=Fission) والذي يطلق عليه الانشطار الثنائي.

اشتقت تسمية البكتيريا من الكلمة اللاتينية Bakterion ومعناها عصا قصيرة Short rod، وذلك للاعتقاد السائد قديماً بأن كل البكتريا عصوية الشكل، وبالرغم من عدم صحة هذا الاعتقاد في وقتنا الحاضر حيث تتخذ أشكالاً عديدة إلا أن التسمية ما زالت مستعملة حتى يومنا هذا.

والبكتيريا تتكون من خلية واحدة (وحيدة الخلية) تقوم بجميع الوظائف الحيوية مثل التغذية والتكاثر وحفظ النوع، كما هو الحال في الأحياء الأخرى. النبات والحيوان. ولكن الخلية البكتيرية (بدائية النواة) لا تشبه خلية النبات أو الحيوان حقيقية النواة، من حيث التركيب **وفيما يلي بعض الفروق الرئيسية بين الكائنات بدائية النواة والكائنات حقيقة النواة** (جدول ٢-١).

جدول (٢-١) الفروق الرئيسية بين الخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة.

الصفة	بدائية النواة	حقيقية النواة
حجم الخلية	صغيرة غالباً ١ ـــ ١٠ ميكرون.	كبيرة غالباً ١٠ ـــ ١٠٠ ميكرون.
الجهاز الوراثي (DNA).	حامض نووي عاري من البروتين، شبيه النواة غير محاط بغشاء نووي ولا يوجد نوية.	حامض نووي متلاحم مع البروتين في الكروموسوم، النواة محاطة بغشاء نووي، وتوجد نوية أو أكثر.
مكان الجهاز الوراثي (DNA)	المادة النووية	النواة ـــ الميتوكوندريا ـــ البلاستيدات الخضراء.
الأغشية الداخلية والعضيات	وقتية في حال وجودها، ولا توجد الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء.	عدة أنواع متميزة ودائمة منها البلاستيدات الخضراء، والميتوكوندريا وأجهزة جولجي والشبكة الإندوبلازمية.
الانقسام الخلوي	مباشر بالانشطار، التبرعم، ولا يوجد انقسام ميوزي.	طرق مختلفة، والانقسام ميوزي واختزالي .
النظام الجنسي	إذا وجد فهو عبور الجينات باتجاه واحد، من الواهب إلى المستلم	اندماج نووي تام بين الجاميطات مواكباً لعملية الانقسام الاختزالي
عضيات الحركة	بعض أنواع البكتريا لها سوط بسيط.	أسواط وأهداب معقدة التركيب عند وجودها.
التغذية	بالامتصاص وبعضها قادر على البناء الضوئي.	الامتصاص، الهضم، البناء الضوئي.
الجدار الخلوي	من ببتيدات جلوكوجينية وحمض الميوراميك وغيره.	يتكون من السليلوز ومركبات أخرى.



خلية نباتية   خلية حيوانية
حقيقية النواة

خلية بكتيرية
بدائية النواة

وتنتمي البكتيريا (تبعاً لتقسيم برجي ١٩٧٤م) إلى مملكة الكائنات بدائية النواة **وتضم القسمين التاليين:**

١ - قسم البكتيريا الضوئية Division Photobacteria

وهي تستخدم الضوء كمصدر للطاقة. ويشمل هذا القسم الطوائف التالية :

أ - طائفة البكتريا الضوئية الخضراء المزرقة Class Blue-green photobacteria : وهي بكتيريا ذات لون أخضر مزرقة تستخدم الضوء كمصدر للطاقة في وجود الهواء. وتنتج أكسجين.

ب - طائفة البكتيريا الضوئية الحمراء Class Red-photobacteria: وهي بكتيريا حمراء اللون تستخدم الضوء كمصدر للطاقة في غياب الهواء، ولا تنتج أكسجين.

ج - طائفة البكتيريا الضوئية الخضراء Class Green-photo bacteria: وهي بكتيريا خضراء اللون، تستخدم الضوء كمصدر للطاقة في ظروف لا هوائية ، ولا تنتج أكسجين.

٢ - قسم البكتيريا الغير ضوئية Division : Scotobacteria

وهي بكتيريا لا تستخدم الضوء كمصدر للطاقة، ولا تقوم بعملية البناء الضوئي. وإنما تتغذي تغذية ترمية أو تطفلية، أو تعيش النوعين معا. ويشمل هذا القسم الطوائف التالية :

أ - طائفة البكتيريا Class Bacteria : وهي بكتيريا تعيش معيشة تطفلية أو رمية، أو الاثنين معاً.

ب - طائفة الريكتيسيات Class Rickettsias: وهي بكتيريا إجبارية التطفل تعيش داخل خلايا الكائنات الحية.

ج – طائفة الميكوبلازمات Class Mycoplasms: وهي بكتيريا عديمة الجــدار الخلوي Mollicutes.

هذا ومن الجدير بالذكر أن الخلايا البكتيرية بدائية النواة تنقسم إلى مجموعتين كبيرتين، مجموعة البكتيريا الحقيقة Eubacteria، ومجموعة البكتيريا الحفرية (البدائية- القديمة) Archaeobacteria. هذا ولو أن المجموعتين من ذوات أنوية بدائية، إلا أن ثمة اختلافات توجد بينهما، تتعلق بتركيــب الأغشــية البلازميــة والجــدر الخلويــة والريبوسومات، كما أن كل مجموعة تتميز ببعض الخصوصية فيما يتعلــق بالأنشــطة الأيضية (الترك، إدريس منير وآخرون، ٢٠٠٢م). **ومن هذه الصفات ما يلي:**

أولاً المجموعة الأولي البكتيريا الحقيقة

١. تتكون الأغشية البلازمية لخلاياها من طبقتين من الدهن المفسفر، وهي تشبه بذلك أغشية الخلايا ذات النواة الحقيقية وتختلف عنها في ندرة وجود مادة الاستيرولات.

٢. تتكون جدرها من مادة الببتيدوجليكان التي تكسب الخلية قوة وصلابة.

٣. يثبط تكوين البروتين على الريبوسومات بفعل تأثير مواد كيماوية مثبطة. والتي ليس لها تأثير على ريبوسومات الخلايا حقيقية النواة، ولا البكتيريا الحفرية.

ثانياً مجموعة البكتيريا الحفرية (القديمة- البدائية)

١- تحتوي أغشيتها البلازمية على دهن وبروتين ومعظم الدهن لا يكــون علــى صورة دهن مفسفر.

٢- لا يحتوى الجدار الخلوي أن وجد على مادة الببتيدوجليكان.

٣- ريبوسومات هذه المجموعة تكون حساسة للمثبطــات الــتي تــؤثر علــى ريبوسومات الخلايا حقيقية النواة، وتكون مقاومة للعديد من المثبطات الــتي تؤثر على ريبوسومات خلايا البكتيريا الحقيقة.

أسس تصنيف البكتيريا Principles of classifications of Bacteria

البكتيريا كبقية الكائنات الحية الدقيقة الأخرى، (الأوليات، الطحالب والفطريات) تصنف إلى مجاميع ورتب وفصائل وأجناس وأنواع وسلالات ويؤخذ بالصفات التالية أو بعضاً منها كأساس لتصنيف البكتيريا وهي:

١- الشكل والتجمع.

٢- الاستجابة لصبغة جرام (سالبة أو موجبة).

٣- أسلوب التغذية (ذاتي، تطفلي أو ترممي).

٤- القدرة على استخدام المصادر الغذائية المختلفة.

٥- نواتج التحولات الغذائية (كحولات، أحماض،...).

٦- وجود الأسواط أو غيابها.

هذا إلى جانب صفات أخرى تركيبية ووراثية، التشابه أو الاختلاف الذي تبديه أفراد هذه الكائنات (البكتيريا)، ويعتبر التقسيم الذي وضعه العالم "برجي" ١٩٧٤ من أكثر طرق التقسيم قبولاً حيث قسم البكتيريا إلى ١٣ مجموعة (جدول ٢-٢) لكل منها صفاتها وخصائصها التي تميزها عن المجاميع الأخرى. وفيما يلي شرح لبعض الصفات المستخدمة في تصنيف البكتيريا.

مراتب تقسيم وتسمية البكتيريا

تعد المملكة Kingdom، في الكائنات الحية أعلي مرتبة تقسيمية، كما أن أعلى مرتبة تقسيمية داخل المملكة تعرف بالقسم Division وأعلي مرتبة تقسيمية داخل القسم تعرف بالطائفة Class، وأعلي مرتبة تقسيمية داخل الطائفة تعرف بالرتبة Order وفي ضوء ما سبق يمكن تمييز فصائل (عائلات) Families، داخل الرتبة الواحدة، وتمييز أجناس Genera، داخل الفصيلة الواحدة، وتمييز أنواع Species داخل الجس الواحد Genus. وقد يحتوي النوع الواحد على وحدات تقسيمية تعرف بالسلالات Varieties.

جدول (٢-٢). أقسام البكتيريا مع بعض الأمثلة عن كل منها. (عن الفالح، عبدالله مساعد، وعبد الكريم عياش ٢٠٠٤م)

المجموعة البكتيرية	تحت المجموعة البكتيرية	أمثلة
أ – بكتيريا سالبة الجرام Gram negative Bacteria	١ – البكتيريا الهوائية أو اللاهوائية المنثنية Spirochetes	- *Treponema* - *Borrelia* - *Leptospira*
	٢ – البكتيريا الهوائية الحلزونية والواوية Aerobic Helical/Vibrinoid	- *Campylobacter* - *Helicobacter*
	٣ – البكتيريا الهوائية العصوية والكروية Aerobic Rods/Cocci	- *Neisseria* - *Pseudomonas* - *Brucella* - *Legiomella*
	٤ – البكتيريا اللاهوائية الاختيارية العصوية Facultatively Anaerobic Rods	- *Shigella* - *Escherichia* - *Salmonella* - *Vibrio* - *Actinobacillus*
	٥ – البكتيريا اللاهوائية الحلزونية والواوية والعصوية Anaerobic Helical/Vibrinoid/Rods	- *Fusobacterium*
	٦ – البكتيريا اللاهوائية الكروية Anaerobic Cocci	- *Veillonella*
	٧ – الريكتسيا والكلاميدا The Rickettsias and Chlamydias	- *Richettsia* - *Coxiella* - *Chlamydia*
ب – بكتيريا موجبة جرام Gram positive Bacteria	٨ – البكتيريا الهوائية الكروية Anaerobic Cocci	- *Micrococcus* - *Staphylococcus* - *Streptococus* - *Sarcina*
	٩ – البكتيريا المتجرثمة الهوائية أو اللاهوائية العصوية Aerobic/Anaerobic Endosporing Rods	- *Bacillus* - *Clostriudium*
	١٠ – البكتيريا غير متجرثمة الهوائية أو اللاهوائية العصوية Aerobic/Anaerobic Nonosporing Rods	- *Lactobacillus* - *Corynebacterium*
ج – بكتيريا غير نموذجية جرام Gram-atypical Bacterial	١١ – الميكوبلازما Mycoplasma	- *Mycoplasma* - *Ureaplasma*
	١٢ – البكتيريا الخيطية Mycobacteria	- *Mycobacterium*
	١٣ – الأكتينوميسيتات Actinomycetes	- *Nocardia, Actinomycetes*

. وثمة صعوبات تواجه العلماء عند تقسيم وتسمية البكتيريا **نذكر منها:**

١- تعدد مفاتيح التقسيم، حيث لكل واحد منها مداخله للتقسيم والتسمية.

٢- قد تتعدد مسميات الكائنات البكتيرية بتعدد المفاتيح المستخدمة في تعريفه وبتجدد المعرفة المتعلقة بتراكيبه وتكاثره.

٣- صعوبة الاحتفاظ بالمزارع البكتيرية Bacterial cultures، على حالتها الطبيعية دون تغيير، لفترة زمنية طويلة، حيث قد يطرأ عليها بعض التغيرات الوراثية (كأن يحدث طفرة Mutation) والفسيولوجية والظاهرية.

٤- قصر الزمن الجيلي Generation time للبكتيريا يجعلها عرضة لحدوث طفرة، ومن ثم حدوث تغيرات فسيولوحية وظاهرية له، وهذا يستلزم مراجعة أسس تقسيمه وتسميته.

٥- صعوبة الاحتفاظ بمزارع نقية بصفة دائمة للبكتيريا، حيث أن المزرعة البكتيرية تكون عادة عرضة للتلوث بغيرها من الميكروبات

٦- تغير فسيولوجيا المزارع البكتيرية بتقدم عمر المزرعة، لذا يستلزم استخدام مزارع حديثة (عمرها ٢٤ – ٤٨ ساعة) عند إجراء التجارب الفسيولوجية، والكيموحيوية المتعلقة بحيثيات التقسيم والتسمية.

وفيما يلي بعض الأسس التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تقسيم وتسمية البكتيريا.

المبدأ الأول: البكتيريا المتشابهة ظاهرياً، والمتطابقة فسيولوجياً، تُكَوِّن ما يسمي بالنوع Species.

المبدأ الثاني : استعمال اللغة اللاتينية في التسمية.

المبدأ الثالث : استعمال نظام التسمية الثنائية (Binomial system) لكارلوس لينيوس Carlus Linnaeus أي أن الاسم العلمي لكل نوع بكتيري يتكون من كلمتين:

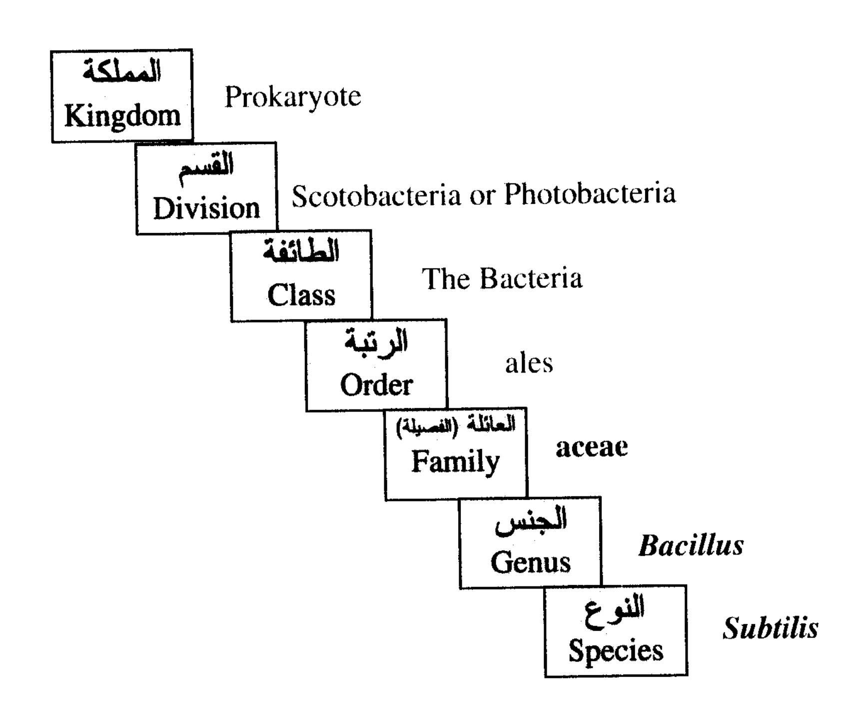
الأولي : اسم الجنس (Genus) وتبدأ بحرف كبير.

الثانية : اسم النوع (Species) وتبدأ بحرف صغير.

ويكتب كلاً من اسم الجنس واسم النوع بحروف مائلة.

ويمكن إضافة كلمة ثالثة إلى الاسم العلمي الثنائي وهى اسم مؤلف الاسم مختصرا كما في حالة البكتيريا *Bacillus subtilis, Cohn*. تقسم البكتيريا إلى أجناس، والجنس الى انواع، وقد يقسم النوع الواحد إلى أصناف Varieties، أو سلالات Strains. ومن الجدير بالذكر أن اسم جنس البكتيرة قد يكون صفة مميزة للبكتيرة، وقد يكون منسوباً لاسم مكتشفه أو منسوباً لاسم مكان اكتشافه أو منسوباً لموطن البكتيرة الأصلي.

المبدأ الرابع : استعمال المراتب التصنيفية التالية وهي مرتبة من الأكبر إلى الأصغر **كما يلي:**



الفصل الثاني

قسم البكتيريا الضوئية

وهي تستخدم الضوء كمصدر للطاقة. ويشمل هذا القسم الطوائف التالية :

أ – **طائفة البكتيريا الضوئية الخضراء المزرقة**: وهي بكتيريا ذات لون أخضر مزرقة تستخدم الضوء كمصدر للطاقة في ظروف هوائية. وتنتج أكسجين.

ب – **طائفة البكتيريا الضوئية الحمراء**: وهي بكتيريا حمراء اللون تستخدم الضوء كمصدر للطاقة في ظروف لا هوائية، من ولا تنتج أكسجين.

جـ – **طائفة البكتيريا الضوئية الخضراء**: وهي بكتيريا خضراء اللون، تستخدم الضوء كمصدر للطاقة في ظروف لا هوائية ، ولا تنتج أكسجين.

وسوف نتناول بالتفصيل طائفة البكتيريا الضوئية الخضراء المزرقة نظرا لأهميتها الاقتصادية.

طائفة البكتيريا الخضراء المزرقة

كانت تسمى الطحالب الخضراء المزرقة Blue green algae لاحتوائها على الكلوروفيل وقيامها بالبناء الضوئي، ولكن نظراً لعدم احتوائها على نواة حقيقية مماثلة في ذلك للبكتيريا فقد تم نقلها بصفة نهائية إلى مملكة مونيرا (مملكة ذوات النواة البدائية Prokaryote) وفقاً إلى نظام تقسيم العالم وايتاكر (Whittaker, 1969) وحسب نتائج تجارب باندى و تريفيد Pandy&Trived 1994 بالمجهر الالكتروني والدراسات الكيموحيوية، لتصبح أحد أقسام **البكتيريا الضوئية ذاتية التغذية (Cyanobacteria) لتميزها بالصفات التالية:**

- تحتوى خلاياها على أنوية بدائية تتكون من دنا حلقي منتشر في السيتوبلازم وغير محاط بغلاف نووي وليس لها سائل نووي وهي صفة بكتيرية.

- تنقسم خلاياها بالانشطار (الانقسام الثنائي البسيط) مثل البكتيريا، إلا أنها تحتوى على عضيات خلوية محددة مثل البلاستيدات وجهاز جـــولجى والميتوكونـــدريا والشبكة الإندوبلازمية.
- يتركب جدارها الخلوي من مادة ببتيدوجليكان Peptidoglycan (حامض الميوراميك N-acetylmuramic acid) المميز لخلايا البكتيريا (الكائنات بدائية النواة).
- خلاياها سالبة لصبغ الجرام. والأنواع المتحركة منها تتحرك بواســـطة الانـــزلاق Gliding movement وهي تشبه الحركة في البكتيريا المنثنية.

الصفات العامة للبكتيريا الخضراء المزرقة

١- بكتيريا ذاتية التغذية الضوئية،.وتحتوى على صبغ الكلوروفيل أ (وهـــو الصـــبغ الأساسي) مثل الطحالب الحقيقة والنباتات الراقية، وهي تنتج غذائها العضـــوي عن طريق عملية البناء الضوئي ولكنها تختلف عن الطحالب الحقيقية (التي تقـــوم بالبناء الضوئي) بأنها تحرر الأكسجين من الماء أثناء هذه العملية.

٢- واسعة الانتشار في الطبيعة وقادرة على النمو في المياه العذبة أو الراكدة والتربة الرطبة وبعضها يعيش على الصخور وجذوع الأشجار في المناطق الرطبة ويعيش بعضها في المحيطات كما أن قلة منها تعيش متطفلة في الجهاز الهضمي للحيوانـــات. وبعضـــها يعيش معيشة تكافلية مع بعض الفطريات كما في الأشنات، أو مع السراخس مثـــل الأزولا *Azolla*، وجذور بعض النباتات البذرية مثل السيكاس *Cycas*.

٣- متباينة الأشكال فتضم كائنات وحيدة الخلية إما أن تكون منفردة مثل كروكوكس *Chroococcus* أو تكون متجمعة على هيئة مستعمرات، عديدة الخلايا على شكل خيوط رفيعة مثل النوســـتوك *Nostoc*، والأنابينـــا *Anabaena*، والأوســـيلاتوريا .(*Oscillatoria*

٤- يغلف خلاياها بصورة مميزة (غشاء) جيلاتيني أو هلامـــي Gelatinous sheath وتنمو بأعداد كبيرة متجمعة معاً بحيث يؤدى نموها الغزير بالإضافة إلى وجـــود أغشية هلامية مشتركة إلى تكوين كتل لزجة على شكل خيط أو كتل متكورة، وتفيد هذه الأغشية في حمايتها من الجفاف والحرارة.

٥- خلاياها غير قادرة على الحركة لافتقادها إلى الأسواط، ولكن يمكنـــها التحـــرك بواسطة الانزلاق فوق الطبقة الهلامية التي تفرز من خلال سطح الخلية.

٦- تحتوى على أصباغ مختلفة (لا توجد في البكتيريا الحقيقة الضـــوئية) تتجمـــع في جسيمات صغيرة منتشرة في السيتوبلازم المحيطي ولها القدرة على القيام بعمليـــة البناء الضوئي وهـــذه الأصـــباغ هـــي صـــبغ الفيكوســـيانين الأزرق اللـــون Phycocyanine، وفي بعض الأنواع يوجد صبغ الفيكوأريثرين الأحمـــر اللـــون Phycoerythrine، بالإضافة إلى وجود الأصباغ الصفراء (البرتقالية) كالكاروتين Carotene والزانثوفيل Xanthophyll.

٧- تحتوى الأنواع الخيطية منها على حويصلة مغايرة Heterocyst يعتقد أنها تساعد على تكسير وتفتيت الخيط أثناء عملية التكاثر الخضري بطريقة التفتيت ، كمـــا أنها تعمل على تثبيت غاز النيتروجين من الهواء الجوى وتحويلـــه إلى مركبـــات نيتروجينية يستفيد منها النبات.

٨- يتميز سيتوبلازم هذه الخلايا إلى منطقتين،منطقة خارجية وتسمى البلازما المحيطية وهي تبطن الغشاء البلازمي مباشرة وتحتوى على الأصباغ سابقة الذكر وتسمى أيضاً بالبلازما الملونة Chromoplasm، والمنطقة الداخلية وهي عديمـــة اللـــون، وتوجد المادة النووية منتشرة بمركزها.

٩- السيتوبلازم هلامي كثيف لا توجد به ظاهرة الحركة الدورانية علـــى الإطـــلاق (لعدم وجود فجوات).

١٠- غياب التكاثر الجنسي فى جميع أفرادها ، وتتكاثر بالانقسام الخلوي في الطرز وحيدة الخلية ، وبالهرموجونات في الطرز متعددة الخلايا، وفى بعض الأنواع بأبواغ أو جونيدات داخلية.

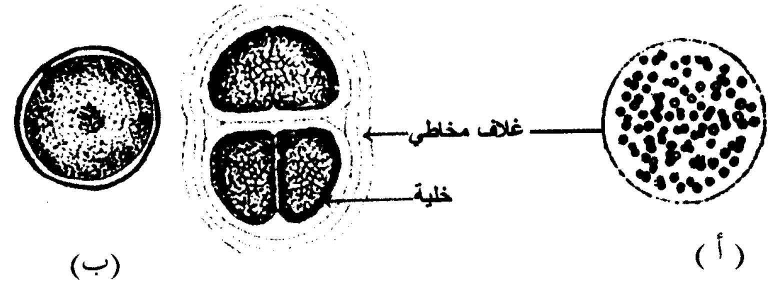
١١- المادة الغذائية المختزنة هي الجليكوجين Glycogen، ويسمى النشا الناتج من عملية البناء الضوئي سيانوفيسين Cyanopheceen- starch و تكون حبيباته دقيقة جداً.

أشكال البكتيريا الخضراء المزرقة

تأخذ البكتيريا الخضراء المزرقة أشكالا متعددة ومختلفة **فهي تضم** :

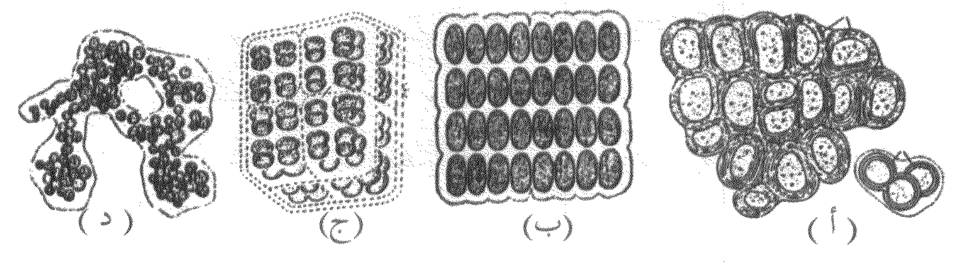
(أ) **كائنات وحيدة الخلية** Unicellular organisms: وتكون الخلايا **إما:**

- **خلايا منفردة** : تأخذ شكلاً كروياً، أو عصويا، أو مغزلياً أو حلزونياً، وهي تتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط أو التبرعم. كما فى جنس كروكوكس *Chrococcus* وأفانوكابسا *Aphanocapsa* (شكل ٢ -١).



شكل (٢- ١). بعض أشكال البكتيريا الخضراء المزرق اللاخيطية (أ) جنس أفانوكابسا، (ب) جنس كروكوكس.

- **خلايا متجمعة**: في شكل مستعمرات لها أشكال مختلفة محاطة بغلاف هلامي وتتكاثر بواسطة الانقسامات المتعددة مثل مستعمرة جنس جليوكابسا *Gloeocapsa*، وقد تتخذ شكلاً أنبوبياً ومتجمعة في مستعمرات مثل مستعمرة جنس ميرزموبيديا *Merismopedia*، أو مكعبة مثل يوكابسيس *Eucapsis* أو غير منتظمة الشكل مثل جنس ميكروسيست *Microcysist* (شكل ٢- ٢).

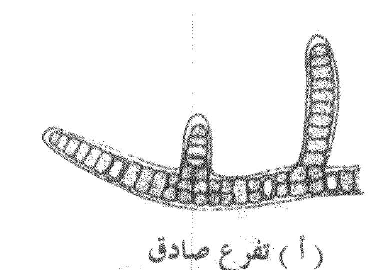


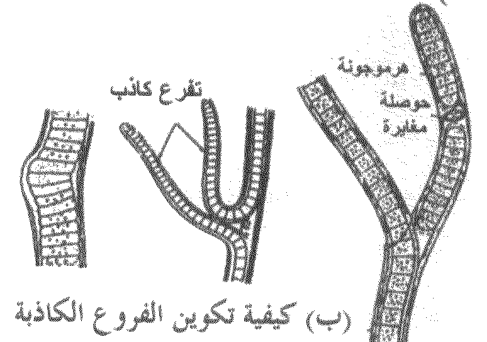
شكل (٢-٢). تابع بعض أشكال البكتيريا الخضراء المزرقة المتجمعة (أ) جـــنس جليوكابســـا، (ب) جنس ميرزموبيديا، (ج) جنس يوكابسيس، (د) جنس ميكروسيست

(ب) كائنات عديدة الخلايا (**خيطية**) Multicellular organisms : وهي عبارة عن خيوط مكونة من مجموعة من الخلايا ويتركب الخيط البكتيري من **إما:**

خلايا متراصة طولياً: فيما يسمى ترايكوم Trichome (أى صف واحد من الخلايـــا المتشابهة)، يحاط بطبقة جيلاتينية مكونة غشاء بطول الخيط كله.

- **عدة صفوف متوازية:**خلايا عديدة توجد متوازية داخل غمد جيلاتيني ، وقـــد تكون هذه الخيوط **بسيطة غير متفرعة** Unbranched مثل أجناس أوسيلاتوريا *Oscillatoria*، و أنابينا *Anabena*، ونوستوك *Nostoc* أو على هيئة حلزون مثل جنس سبيرولينا *Spirulina*. **وقد تتفرع** الخيوط **تفرعاً صادق المحور** نتيجة نمـــو النهايات الحرة كما في جنس ستيجونيما *Stigonema*، أو **تفرع كاذب** كما في سكيتونيما *Skitonema* (شكل ٢ – ٣).





شكل (٢ – ٣). بعض أشكال البكتيريا الخضراء المزرقة الخيطية، عديدة الخلايا (أ) ذات تفرع صادق مثل جنس ستيجونيما، (ب) ذات تفرع كاذب مثل جنس سكيتونيما.

الخصائص التكاثرية

يحدث التكاثر Reproduction في البكتيريا الخضراء المزرقة إما خضرياً Vegetative أو لاجنسياً Asexual. والتكاثر الجنسي غير معروف ولم يستدل عليه بعد.

أولاً : التكاثر الخضري

ويتم التكاثر الخضرى في البكتيريا الخضراء المزرقة بالطرق الآتية:

(١) الانشقاق (الانقسام الثنائي البسيط)

الانقسام بالانشقاق Simple binary fission شائع في البكتيريا الخضراء المزرقة وحيدة الخلية حيث تنشق (تنقسم) كل خلية بواسطة جدار شبه حلقي (يمتد للداخل) إلى خليتين حيث تنقسم المادة النووية إلى قسمين. ومن أمثلة ذلك بكتيريا سينيكوسيستس *Synechocysts*، كروكوكس *Chroococcus*. (شكل ٢ - ٤).

جدار فاصل

خلايا بنوية

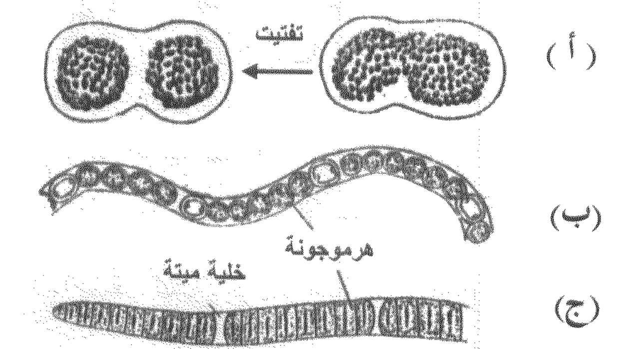
شكل (٢- ٤) الانقسام الثنائي البسيط في البكتيريا الخضراء المزرقة من جنس سينيكوسيستس.

(٢) الانفصال (التفتيت)

الانفصال Fragmentation وفيه يتجزأ (يتفتت) الخيط إلى أجزاء تنفصل عن بعضها وينمو كل منها ليكون خيطاً جديداً. وقد يحدث التفتيت بتكوين الهرموجونات Hormogones، أو بعدم تكوين الهرموجونات.

يتم التفتيت في **غياب الهرموجونات** عن طريق انفصال جزء من الخلية، ثم تقوم الأجزاء المنفصلة بتكوين كائن جديد وهذه الطريقة شائعة في مرزموبيديا *Merismopedia* . أما التفتيت **بتكوين الهرموجونات**، فالهرموجونة عبارة عن مجموعة من الخلايا المتماثلة تنحصر بين زوجين من الحويصلات المغايرة Heterocysts كما فى

النوستوك *Nostoc*، أو زوج من الأقراص الجيلاتينية المحدبة الأوجه تسمى أقراص الانفصال Biconcave separation كما في الأوسيلاتوريا *Oscillatoria*) وفى هذه الحالة من التفتيت ينكسر الخيط عند موضع الحويصلة المغايرة أو قرص الانفصال، فتنفصل الهرموجونة عن الخيط وتنمو مكونة خيطا جديداً (شكل ٢ - ٥).



شكل (٢ - ٥) التكاثر بالتفتيت (أ)، وتكوين الهرموجونة في جنس نوستك (ب)، وفى جنس أوسيلاتوريا (ج).

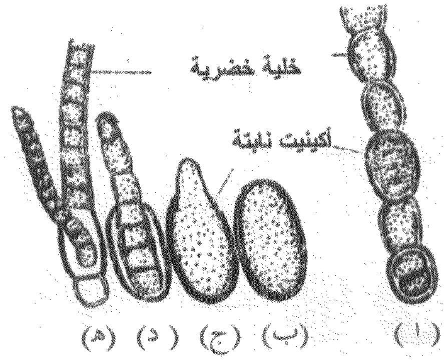
ثانياً : التكاثر اللاجنسي

تتكاثر البكتيريا الخضراء المزرقة بالجراثيم اللاجنسية أو الحويصلات المغايرة.

(١) التكاثر بالجراثيم :

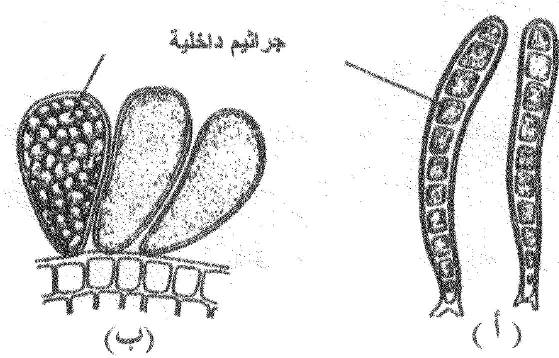
(أ) الجراثيم الساكنة - الأكينيات: يحدث التكاثر بالجراثيم الساكنة Akinetes في الظروف البيئية غير المناسبة. تتكون هذه الجراثيم بأن يزيد حجم بعض الخلايا نتيجة لتجمع الغذاء المخزون بها، وتتغلظ جدرها، وتتكون بها الجراثيم الساكنة تظل مستقرة حتى تتحسن الظروف فتنبت وتعطى خيطاً جديداً. مثل الأنابينا *Anabaena*، الكالوتركس *Calothrix* (شكل ٢ - ٦).

وقد توجد الجراثيم الساكنة قريبة من الحويصلة المغايرة كما في جنس جليوتريكيا *Gloeotrickia*. أو في سلسلة بجوار الحويصلة المغايرة، أو تكون بعيدة عنها كما في جنس أنابينا *Anabaena*).



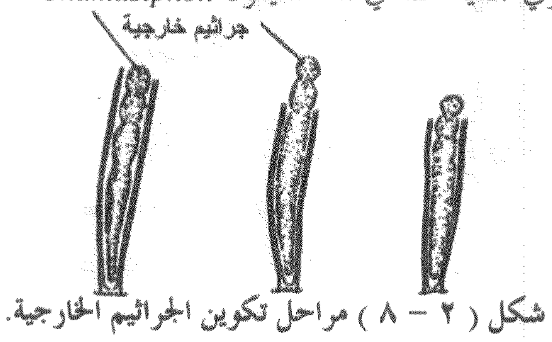
شكل (٢- ٦). مراحل إنبات الجراثيم الساكنة (الأكينيت)، أنبات الإكينيت(أ)، مراحل إنبات الأكينيت في جنس أنابينا(ب، ج، د)، إنبات الأكينيت في جنس كالوتريكس(هـ).

ب) الجراثيم الداخلية : تنشأ الجراثيم الداخلية Endospores داخل الخلايا، حين يتضخم حجم خلية أو خليتين متجاورتين من الخيط البكتيري، ويأخذ بروتوبلازم الخلية في الانقسام عدة مرات إلى عدد من الوحدات الصغيرة، وتحيط كل وحدة نفسها بجدر لتصبح جرثومة داخلية، ويطلق عليها جونيدا **Gonidia** أو كونيديا **Conidia** وعادة ما تكون هذه الجراثيم مستديرة أو عديدة الزوايا. وحينما يذوب جدار الخلية الأصلية تتحرر الجراثيم وتنبت مباشرة لتكون كائن جديد دون الدخول في طور سكون.وهذا يحدث في كل من درموكاربا *Dermocarpa* وستيكوسيفون *Stichosiphon* (شكل ٢ - ٧).



شكل (٢ - ٧) الجراثيم الداخلية في جنس ستيكوسيفون (أ)، وفى جنس درموكاربا (ب)

(ج) الجراثيم الخارجية: تتكون الجـــراثيم الخارجيـــة Exospores بـــأن يتجـــزأ البروتوبلازم الخلوي (الطرفي) للكائن إلى عدد من الوحدات بجدر مستعرضة ليكـــون وحدات بروتوبلازمية (متتابعة) تحيط نفسها بغشاء رقيق لتكون جـــراثيم خارجيـــة متتابعة تتحرر للخارج فور تكوينها (شكل ٢ -٨)، وينمو كل منها بشكل مستقل ليعطى خيط بكتيري جديد كما في الكامسيفون *Chamasiphon*.



شكل (٢ – ٨) مراحل تكوين الجراثيم الخارجية.

(د) الجراثيم والحويصلات الهرموجونية: تتكون في الظروف البيئية الغير مناسبة، في بعض الأجناس الخيطية، وهى خلايا معمرة وعندما تكون الهرموجونات ذات الخلايا سميكة الجدر، تُعرف كل خلية بالحويصلة الهرموجونية Hormocyst، أما الجـــراثيم الهرموجونيـــة hormospore كما في جنس ويستيلا *Westiella* (شكل ٢- ٩) فلكـــل منـــها جـــدار مستقل عن جدار الخلية الخضرية الناشئة منها.وعندما تتحسن الظروف البيئية تنبت الجرثومة أو الحويصلة الهرموجونية وتكون مستعمرة جديدة مثل جنس نوستك، وجنس أنابينا.

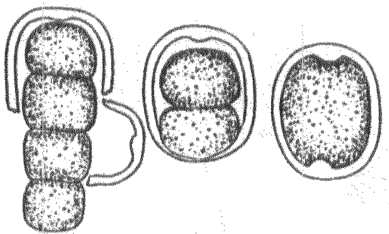
جرثومة هرموجونية

شكل (٢– ٩). يوضح الجرثومة الهرموجونية (الهورموسبور) في جنس ويستيلا.

(٢) التكاثر بالحويصلات المغايرة

تنشأ الحويصلة المغايرة Heterocysts من خلية خضرية حديثة التكوين (طرفية أو وسطية (شكل ٢ – ١٠) يتغير جدارها الخلوي ويصـــبح مـــزدوج، ثم تتحـــول محتوياها البروتوبلازمية إلى مادة شفافة لزجة متجانسة. وتعتـــبر الحويصـــلة المغـــايرة وحدات تكاثرية بالرغم من دورها في تثبيت النيتروجين الجوى حيث تنقسم محتوياها

عدة انقسامات تستطيع الإنبات لتعطي خيطاً جديداً كما في النوستوك وأنابينا. تتكون الحويصلة المغايرة تحت ظروف الإضاءة الضعيفة، وكذلك زيادة كمية الفوسـفات في الوسط، ويتوقف تكوينها عند زيادة كمية النيتروجين عن حد معين.



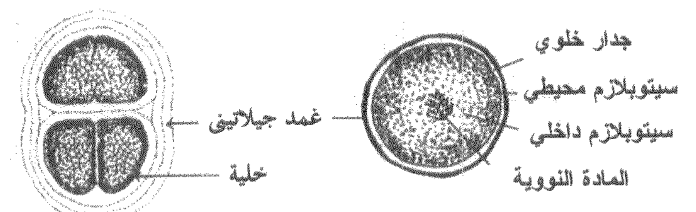
شكل (٢- ١٠) مراحل أنبات الحوصلة المغايرة في جنس نوستك.

أمثلة نموذجية لأجناس البكتيريا الخضراء المزرقة

رتبة كروكوكالس Order Chroococcales

جنس كروكوكس

جنس كروكوكس *Chrococcus* وحيدة الخلية يتخذ شكلاً كروياً أو عصوياً أو مغزلياً وقد يعيش فرادى أو في مجاميع صغيرة جدا.وقد يكون من الصعب أحيانا أن نجد خلية وحيدة منفصلة من هذا الطحلب وذلك لكثرة انقسامه واتجاه الخلايا المتكونة للتماسك بعضها مع بعض. والخلية البكتيرية ذات منطقة مركزية عديمة اللـون تمثـل البلازما المركزية، ومنطقة محيطية ملونة تمثل البلازما الملونة، ويحـيط بالخليـة غمـد جيلاتيني رقيق وعديم اللون. وتستطيع هذه الخلية أن تنقسم بواسطة الانقسام الثنـائي البسيط. أو التبرعم. ويتم الانقسام بواسطة النمو المركزي للأخدود السطحي الـذي يقسم الخلية في النهاية، ثم يفرز البروتوبلاست الجدر الجديدة. (شكل ٢ - ١١).

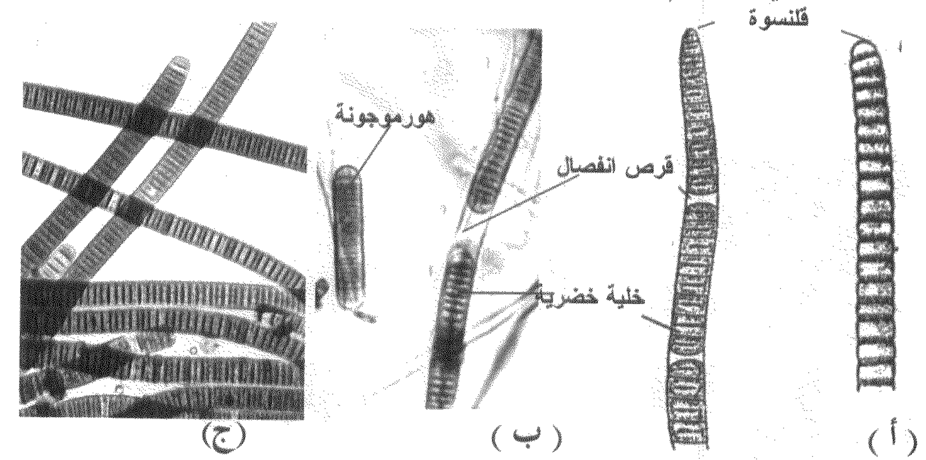


شكل (٢- ١١) شكل وتركيب خلايا بكتيريا جنس كروكوكس.

رتبة النوستوكالس Order :Nostocales

١ – جنس أوسيلاتوريا

تريكومات الأوسيلاتوريا *Oscillatoria* بسيطة سائبة غالبا، تُكون كتلاً كثيفة متشابكة اسطوانية الأطراف مستقيمة إلى منحنية إلى خطافية. والخيط الواحد مدبب الطرف Pointed غير متفرع ويحتوي على هرموجونات Hormogonia، ولكن لا يحتوي على حويصلات مغايرة Heterocysts، ويتكون من صف واحد من الخلايا المتشابهة، والخلية الطرفية قد يغلفها غشاء سميك أو قلنسوة Calyptra. ويحاط الخيط بطبقة جيلاتينية مكونة غشاء بطول الخيط كله. وينمو الخيط عن طريق الانقسام المتتابع في مستوى واحد. ويتكاثر الخيط فقط بالهرموجونة التي تنشأ نتيجة موت بعض خلايا قرصية مقعرة الوجهين، و يفتت الخيط إلى قطع صغيرة (هرموجونات متحركة)، ثم تبدأ خلاياها في الانقسام والنمو لتكون خيط جديد (شكل ٢ – ١٢).



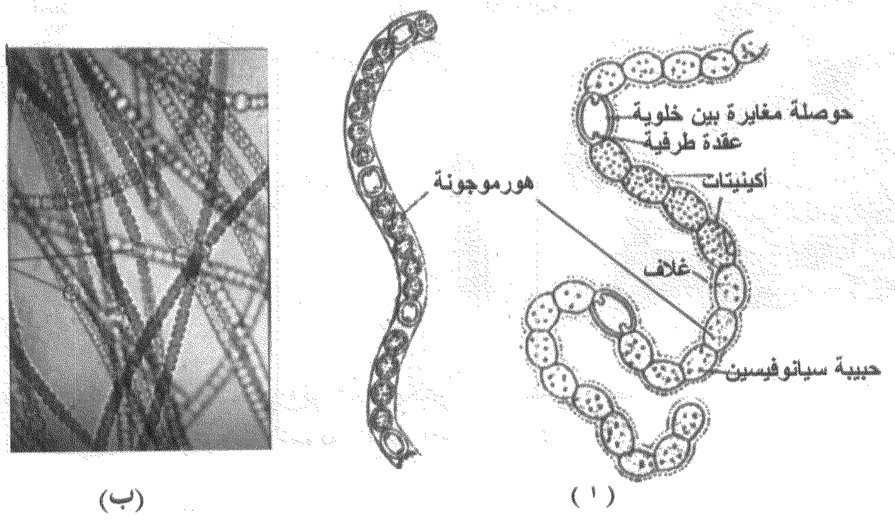
شكل (٢ – ١٢) شكل وتركيب بكتيريا جنس اوسولاتوريا (أ)، والتكاثر بالتفتيت (ب)، وصورة مجهرية لنفس الجنس (ج)

٢ – جنس نوستوك

تعيش بعض أنواع النوستك *Nostoc* طافية على أسطح الأجسام المائية العذبة، على هيئة كتل مستديرة جيلاتينبة مخاطية، ويعيش البعض الآخر في التربة الرطبة. كما

ينمو الكثير منها في حقول الأرز وتفيد في تثبيت النيتروجين الجوي محولة الأمونيا إلى مركبات نيتروجينية قابلة للامتصاص من قبل النبات مما يفيد في تسميد التربة.وبعضها يعيش معيشة تكافلية مع جذور بعض النباتات مثل السيكاس *Cycas*، ويكون بعضها الأشن مع بعض الفطريات الزقية أو البازيدية. كما أن هناك أنواع منه تعيش داخل أنسجة نباتات من الحزازيات مثل نبات الأنثوسيرس *Anthoceros*.

أنواع هذا الجنس خيطية الشكل غير متفرعة وفي بعض الأحيان تلتف الخيوط فوق بعضها وتحاط كافة الخلايا بغلاف جيلاتيني. وخلايا الخيط الواحد كروية أو برميلية أو اسطوانية متشابهة يتخللها بعض الخلايا الأكبر حجماً تسمى بالحويصلات المغايرة Heterocysts، والمسافة بين كل حويصلتين مغايرتين تسمى هرموجونة Hormogonium (شكل ٢ -١٣). ووظيفة الحويصلة المغايرة غير معروفة بشكل قاطع ولكنها تساعد على تكسير وتفتيت الخيط أثناء عملية التكاثر الخضري بطريقة التفتيت، كما أنها مسئولة عن عملية تثبيت النيتروجين الجوي.



شكل (٢-١٣). الشكل العام والتكاثر الخضري لبكتيريا من جنس نوستوك (أ)، وصورة مجهرية لنفس الجنس (ب).

التكاثر في النوستوك

يتكاثر النوستوك خضرياً بالطرق الآتية :

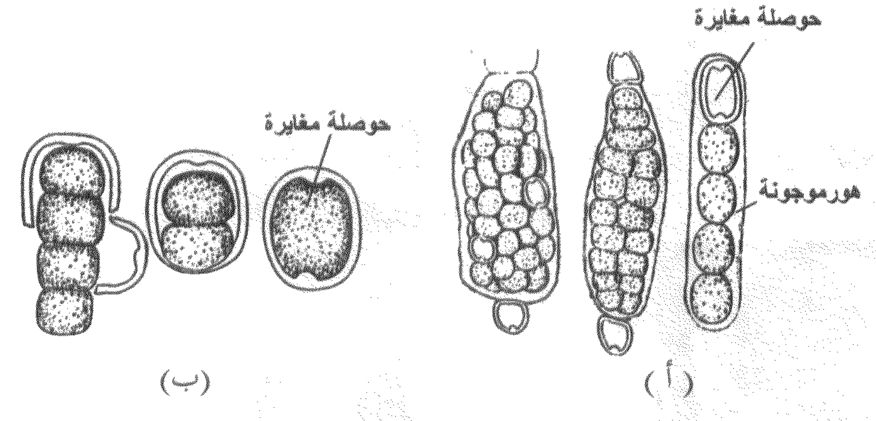
١ – الانقسام الثنائي البسيط (الانشطار – الانشقاق)

الانقسام الثنائي البسيط وفيه تنقسم (تنشق) بعض خلايا الخيط بواسطة جدار شبه حلقي إلى خليتين متشابهتين فينتج عنه زيادة طول الخيط البكتيري.

٢ – التفتيت – الانفصال أو الهرموجونات Hormogonia

وفيها يتم تجزؤ (تفتيت) للخيط البكتيري عند مواضع الحويصلات المغايرة إلى أجزاء صغيرة (هرموجونات)، ثم تنمو كل هرموجونة إلى خيط جديد (شكل ٢ – ١٤ أ).

٣ – في بعض الأحيان تنشط الحويصلة المغايرة Heterocyst، وتنمو لتعطى خيطاً جديدا (شكل ٢ –١٤ ب).



شكل (٢ – ١٤) مراحل إنبات الهرموجونة (أ) ومراحل إنبات الحويصلة المغايرة (ب) في بكتيريا جنس نوستك

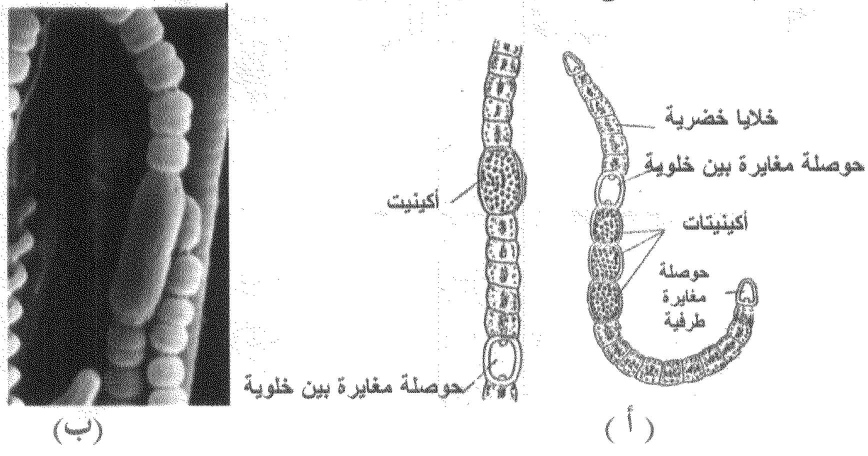
٤ – تكوين جراثيم ساكنة (الأكينيتات) Akinetes

في الظروف الغير مناسبة (زيادة الجفاف) تفقد بعض الخلايا الخضرية أصباغها وتختزن كمية كبيرة من الغذاء فيزداد حجمها، وتحاط بجدار سميك مكونة ما يسمى

بالجرثومة الساكنة Akinete. وعند تحسن الظروف يتم إنبات الجرثومة الساكنة وتعطى خيط بكتيري جديد (شكل ٢ - ١٥).

٣ - جنس أنابينا *Anabaena*

الخيوط تكون مائية دائما ومنفردة وطافية متحررة أو متحدة. والخيوط اسطوانية أو مدببة قليلا في طرفيها وذات خلية طرفية مخروطية مستقيمة. ويختلف شكل الخلايا بين الكروي والبرميلي. والحويصلات المغايرة كروية تقريبا ودائما بينية وكثيرة العدد. التكاثر يتم بالهرموجونات أو بالأكينيت منفردة أو في سلاسل. الخيط البكتيري لا يلتف على بعضه البعض (شكل ٢ - ١٥). أكينتات الخيط البكتيري تكون أكثر طولا من خيط النوستك، والخيط البكتيري متحرك بينما في النوستك يكون ساكنا. كما أن بعض بكتيريا هذا الجنس تعيش معيشة تكافلية مثل بكتيرة سيكادريم *A. cycadearum* التي تعيش داخل عقد جذور بعض أنواع جنس السيكاس *Cycas*, وبكتيرة أزولا *A. azollae* التي تعيش داخل فراغات أوراق نبات السرخس المائي من جنس أزولا *Azolla*. ومن المعلوم أن بكتيريا جنس أنابينا تماثل بكتيريا جنس النوستك في مقدرتها على تثبيت النيتروجين الجوى.



شكل (٢- ١٥). شكل وتركيب بكتيريا من جنس أنابينا (أ)، وصورة مجهرية لنفس الجنس (ب)

الفصل الثالث

قسم البكتيريا الغير ضوئية

طائفة البكتيريا

صفاتها وأهميتها

أولاً: الصفات العامة

١- البكتيريا Bacteria كائنات حية دقيقة لما تتصف به من مظاهر الحياة المعروفة، إلا أنها تختلف عن سائر الكائنات الحية الأخرى في أن خلاياها بدائية النواة Prokaryotes، لغياب الغشاء النووي المثقب Perforated nuclear membrane والذي يحيط بالمادة النووية Nuclear material، والنوية Nucleolus ،والمنطقة النووية Nucleoid يتواجد بها جزيء خيطي مزدوج من الدنا DNA ، دائري الشكل، وبلازميدات Plasmids مسئولة عن بعض الصفات الظاهرية للخلية (مثل المقاومة لبعض المضادات الحيوية، وإفراز السموم Toxins، والإنزيمات).

٢- والبكتيريا كائنات وحيدة الخلية ذات تركيب خلوي بسيط (تقوم بجميع الوظائف الحيوية من تغذية وتكاثر وحفظ النوع)، ولها أشكال محدودة تنحصر الغالبية منها في الشكل الكروي والعصوي والحلزوني. وهي تكون إما منفردة single cell أو توجد في تجمعات Aggregation. وتتميز البكتيريا الحقيقية بوجود جدار خلوي صلب. وهذه الأحياء غير منظورة بالعين المجردة لدقة حجمها، إذ يتراوح عرضها بين ٠,٢ - ٢ ميكرون، وطولها بين ٢ — ٣ ميكرون.

٣- والبكتيريا إما ذاتية التغذية Autotrophs حيث يمكنها أن تختزل ثاني أكسيد الكربون وذلك بوجود الطاقة الضوئية (ذاتية التغذية الضوئية Photoautotrophs)، أو الطاقة الناتجة من أكسدة بعض المواد الكيميائية

كالأمونيا أو الكبريت (ذاتية التغذية الكيميائية Chemoautotrophs). أو متباينة التغذية Heterotrophs أي تعتمد على مصادر خارجية لتزودها بالكربون العضوي والطاقة، وهى تعيش إما متطفلة أو مترممة أو متكافلة.

٤- تتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط، أي أن عدد الخلايا يتضاعف كل فترة معينة والفترة التي تفصل بين انقسامين متتالية تسمى بالزمن الجيلي Generation Time ويختلف الزمن الجيلي باختلاف نوع البكتيريا والظروف البيئية، وغالبية البكتيريا، يمكن أن تنقسم مرة كل ١٥ أو ٢٠ دقيقة، وهناك بكتيريا يصل الزمن الجيلى لها عدة ساعات.هذا بالإضافة إلى أن بعضها يتكاثر جنسيا بدون تكوين أمشاج.

٥- ويتبادر إلى ذهن المرء أن البكتيريا تشكل خطراً على المجتمع الإنساني ورصيده الغذائي، من حيوان ونبات، لما لها من قدرة على إحداث المرض، غير أن البكتيريا ليست هي الكائنات الحية الوحيدة التي تسبب الأمراض، فهناك العديد من الأحياء الدقيقة التى تسبب الأمراض كالأوليات والفيروسات والفطريات.

ثانيا: أهمية البكتيريا .

يتبادر إلى ذهن المرء أن البكتيريا تشكل خطراً على المجتمع الإنساني ورصيده الغذائي من حيوان ونبات، لما لها من قدرة على إحداث المرض لكل منهما، غير أن البكتيريا ليست هي الكائنات الحية الوحيدة التي تسبب المرض. والبكتيريا المسببة للأمراض لا تمثل إلا جزءاً بسيطاً من مجموع البكتيريا ككل. تفوق الأنشطة المفيدة للبكتريا إلى حد كبير تأثيراتها الضارة على الإنسان **كما يلى:**

الأنشطة المفيدة للبكتريا Advantageous activities of bacteria

١- تعتبر العمليات الأيضية للبكتريا ومنتجاتها مهمة في صناعات كثيرة منها إنتاج الخل Vineger والزبد Butter وأنواع من الجبن Cheese والزبادي، والمخللات

ودبغ الجلود Tanning of leather ومعادلة الشاي الأسود Black tea والبن Coffee، وتعطين الكتان Rotting (فصل الألياف)، وتخمير العلف الحيواني

٢- تخمير البكتيريا المواد السكرية والبروتينات والمركبات العضوية الأخرى وتحولها إلى بعض المنتجات ذات الاستعمالات التجارية الهامة مثل الأسيتون Acetone وكحول البيوتانول، وحامض اللاكتيك Lactic acid، وحامض الستريك. والدكستران Dextran ، وكذلك الفيتامينات Vitamins المفيدة طبياً من الناحية الغذائية.

٣- تقوم البكتيريا بدور عظيم يتمثل في تحليلها للبقايا النباتية والحيوانية وبقايا الإنسان وإعادة عناصرها للتربة في صورة بسيطة لتبدأ منها حياة جديدة، حيث تتغذى على تلك العناصر النباتات بامتصاصها في صورها البسيطة وتحويلها في أجسامها إلى مواد عضوية تستفيد منها الكائنات الحية.

٤- تساهم البكتيريا مثل جنس ريزوبيام *Rhizobium* في زيادة مصادر النيتروجين الذي يدخل في السلسلة الغذائية للإنسان والحيوان وذلك بفضل قدرتها على تثبيت النيتروجين الجوى في صورة مركبات أخرى يسهل تحويلها إلى بروتينات بواسطة النباتات الخضراء (شكل ٢-١٦).

٥- تعتبر مصدراً من مصادر الغذاء، فبها القدرة على تحويل عدد كبير من المركبات الكربوهيدراتية والهيدروكربونية في وجود مركبات النيتروجين إلى بروتين يعرف ببروتين وحيد الخلية Single cell protein ويستعمل في غذاء الحيوان والإنسان.

٦- تعيش البكتيريا بأعداد هائلة في أمعاء الإنسان وتساعد في إنتاج حامض اللاكتيك ومنتجات أيضية أخرى ذات مفعول مثبط لنمو بكتريا التعفن Putrefactive bacteria عن طريق خفض درجة الحموضة. كما يقوم بعض البكتيريا بتكوين فيتامينات مفيدة للجسم مثل فيتامين ب١، ب٢، ب٦، ب ١٢ وحامض الفوليك، وفيتامين ك.

٧- تستخدم البكتيريا في إنتاج الغاز الحيوي Biogas بواسطة تحليل الفضلات العضوية في غياب الأكسجين، حيث يستخدم كوقود ويستخدم في إدارة المحركات والتسخين والإنارة حيث يمكن استبدال الغاز الطبيعي بهذا الغاز وهو يعتبر وقوداً نظيفاً لا يسبب تلوثاً للبيئة (شكل ٢-١٦).



بكتيريا العقد الجذرية بكتيريا الزبادي العصوية والكروية صناعة جبن الليمبورجر

شكل (٢-١٦). أمثلة لبعض الفوائد الاقتصادية للبكتيريا. (عن Clegg and Mackean, 2000)

٨- تساعد الإنسان على التخلص من ملوثات البيئة، فهناك نوع من البكتيريا يستطيع التخلص من بقايا الذخيرة والمتفجرات ، وذلك عن طريق إفراز البكتيريا لإنزيم يقوم بتكسير النيتروجلسيرين Nitroglycerin والتراي نيتروطولين Trinitrotolune التي تلوث التربة التي تحيط بمصانع الذخيرة ومناطق التفجير.

٩- معالجة مياه المجارى حيث شرع علماء الميكروبيولوجى في تربية سلالات بكتيرية غريبة المزاج، حيث لا تزدهر ولا تنمو بغزارة إلا في مياه المجارى، حيث تعتمد فى غذائها على المواد العضوية الغنية بها مياه المجارى.

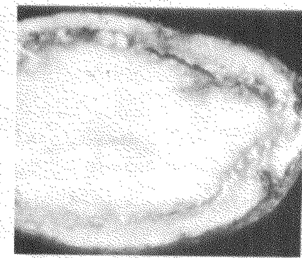
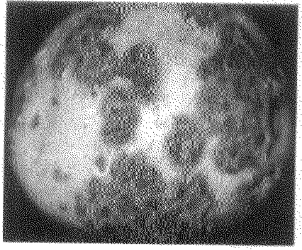
١٠- إنتاج بعض الإنزيمات الهامة مثل الإنزيمات المحللة للبروتينات Proteinases والإنزيمات المحللة للمواد الكربوهيدراتية Carbohydrases ، والمحللة للدهون Lipases. كما

يستفاد من البكتيريا في إنتاج بعض المضادات الحيوية المثبطة لنمو أنواع مختلفة من البكتيريا مثل الجراميسدين Garamicidine واليوروميسين Euromycine .

١١- تستخدم البكتيريا المقاومة البيولوجية مثل بكتيريا *Bacillus thuringiensis* التي تستطيع القضاء على مجموعة كبيرة من الديدان واليرقات التي تهاجم المحاصيل الزراعية

الأنشطة الضارة للبكتيريا Harmful activities of bacteria

١- تسبب البكتيريا أمراضاً للنباتات المزروعة مثل مرض اللفحة النارية في الكمثرى Fire blight of pears، ، وعفن جذور القطن Cotton root rot، ، والعفن الحلقي في البطاطس Ring rot of potato، والجرب العادي في البطاطس Common scab of potato، وأمراض الذبول Wilt diseases. (شكل ٢-١٧).

اللفحة النارية في أشجار الكمثري | العفن الحلقي في البطاطس | الجرب العادي في البطاطس

شكل (٢-١٧). بعض الأمراض البكتيرية التي تسببها للنباتات.

٢- تسبب البكتيريا فساد كميات ضخمة من المواد الغذائية الخاصة بالإنسان. كالحليب واللحوم، والزبد والخضروات الطازج منها والمعلب وعند نمو البكتيريا على هذه المواد الغذائية كثيراً ما تفرز منتجات سامة بصفة خاصة للإنسان وقد تؤدى إلى الموت **مثال** بكتريا ستافيلوكوكس (المكورات العنقودية الذهبية) *Staphylococcus aureus* تفرز مادة سامة تسمى السم الداخلي Entrotoxin، وهذا السم مقاوم للحرارة العالية ويسبب التسمم الهضمي للإنسان .

٣- تسبب البكتيريا بعض الأمراض الخطيرة للإنسان والتي تنتقل عن طريق السعال والعطس ورذاذ لعاب المريض أو بواسطة الحشرات أو العاملين علـى إعـداد الطعام. ومن أمثلة هذه الأمراض التدرن الرئوي Tuberculosis ، والحمـى المخية الشوكية (الالتهاب السـحائي) Meningitis، والالتـهاب الرئـوي Peneumania ، والكـزاز Lockjaw، والكـوليرا Cholera، والـدفتريا Deptheria، والسعال الـديكي Whooping cough، والتيفـود (الخنـاق) Typhoid، والباراتيفود Paratyphoid. كما أن هناك أنـواع مـن بكتريـا التيتانوس *Clostridium tetrani* التي تسبب مرض التيتانوس Titanus (الكزاز Lockjaw).أما البكتيريا المسئولة عـن أمـراض السـيلان Gonorrhea، (*Neisseria Gonorrhoeae*)، والزهرى Syphilis، والجمرة الخبيثة Anthrax فإنها تدخل الجسم عن طريق الأغشية المخاطية.

٤- تقوم البكتيريا النازعة للنيتروجين Denitrifying bacteria والتي تنشط بصفة خاصة تحت الظروف اللاهوائية في التربة المبتلة ذات المحتوى العالي للمادة العضوية بتحليل النترات من خلال مركبات وسطية إلى غاز نيتروجين حر، ينطلق للهواء، وبالتالي تؤدى هذه البكتيريا إلى نقص خصوبة التربة بإزالة المحتوى النيتروجيني.

الفصل الرابع

الشكل الظاهري للبكتيريا

تعتبر دراسة الشكل الظاهري (أحجام-أشكال-تجمعات) للبكتيريا Morphology of bacteria أحد الفروع الأساسية لعلم البكتيريا Bacteriology، كما تعتبر المفتاح الأول في تعريف وتصنيف البكتيريا، وتتضمن دراسة حجم ووزن الخلية البكتيرية، وعلاقة سطح الخلية البكتيرية بنشاطها، بالإضافة إلى الأعضاء الخاصة بالحركة (الأسواط Flagella) وكيفية توزيعها على سطح الخلية، أو وجود أي زوائد أخرى على سطح الخلية، وكذلك دراسة صفات المستعمرات Colonies التي تكونها الأنواع المختلفة من البكتيريا، وكذلك استجابة البكتيريا للصبغات المختلفة.

أولا : حجم الخلية البكتيرية

تعتبر البكتيريا من الأحياء الغير منظورة بالعين المجردة لدقة حجمها (إذ يتراوح عرضها ما بين ٠,٢ - ٢ ميكرون وطولها من ٢ - ٣ ميكرون) ونظراً لدقة حجوم الخلايا البكتيرية فإن وحدة قياسهما هي الميكرون.ويختلف حجم الخلايا البكتيرية من جنس لآخر.

وحجوم الخلايا الكروية تكون متقاربة لأن أقطارها متقاربة حيث تتراوح أقطارها من ٠,٥ إلى ١٠٠ ميكرون. أما أبعاد الخلايا العصوية فيوجد بها فروق واضحة بين طول الخلية وعرضها، فقطرها (عرضها) يتراوح ما بين ٠,٥ إلى ١ ميكرون، والطول ما بين ٢ إلى ٥ ميكرون،ويكون التباين مردود الطول أكثر من القطر. فخلايا البكتيرة *Bacillus anthracis* يكون متوسط قطر الخلية مابين ٠,٧ إلى ١,٥ ميكرون، بينما متوسط طول الخلية من ٦ إلى ١٢ ميكرون. وهناك بعض الخلايا العصوية يصل طولها ما بين ١٠٠ - ٥٠٠ ميكرون. وصغر حجم الخلية البكتيرية له مردود على حياة الخلية، حيث أن النسبة بين سطح الخلية إلى حجمها تكون كبيرة جدا بالمقارنة بالكائنات الحية الأخرى.

ثانياً : سطح الخلية البكتيرية

تؤثر النسبة بين السطح الخارجي للبكتيريا وحجمها تأثيراً كبيراً على سرعة التمثيل الغذائي Metabolism، فكلما كبرت هذه النسبة كلما زاد معدل التمثيل الغذائي، والمعروف أن هذه النسبة هي أكبر ما يمكن في خلايا البكتيريا مقارنة بجميع الكائنات الحية الخلوية الأخرى. والسطح هو طريق الخلية البكتيرية للحصول على الطاقة اللازمة لأنشطتها الحيوية المختلفة. ولإيضاح علاقة السطح الكلي للخلية البكتيرية بكل من الوزن والحجم نفرض أن لدينا مكعباً من النمو البكتيري طول ضلعه ١ سم **فيكون:**

مساحة السطح الكلي = مساحة السطح الواحد × عدد السطوح.

= ١ × ١ × ٦ = ٦ سم^{٢}

الحجم = الطول × العرض × الارتفاع

= ١ × ١ × ١ = ١ سم^{٣}

الكتلة = الكثافة × الحجم

= ١,١٦ (كثافة الخلية البكتيرية جم/سم^{٣} تقريباً) × ١ = ١,١٦ جم

وعلى ذلك فان:

نسبة مساحة السطح الكلي إلى الحجم = ٦/١ = ٦ سم^{٢}/سم^{٣}

نسبة مساحة السطح الكلي إلى الكتلة = ٦/١,١٦ = ٥,٢ سم^{٢}/جم

وإذا قسم المكعب البكتيري إلى ١٠٠٠ من المكعبات الصغيرة المتساوية (ينقسم كل ضلع عشرة أقسام متساوية)، طول الضلع لكل منها ٠,١ سم **تكون :**

مساحة سطح المكعبات الصغيرة = عدد أوجه المكعب × مساحة الوجه الواحد × عدد المكعبات

= ٦ × ٠,١ × ٠,١ × ١٠٠٠ = ٦٠ سم^{٢}

نسبة مساحة السطح في المكعبات الصغيرة / الحجم = ٦٠/١ = ٦٠ سم^{٢}/سم^{٣}.

أي أن النسبة بين السطح الخارجي والحجم تزداد كلما قل طول الضلع في المكعبات، وتبعاً لذلك فإن النشاط البكتيري يكون هائلاً، فقد وجد أن الخلية البكتيرية

الواحدة تستطيع أن تخمر كمية من سكر اللاكتوز تتراوح بين ألف وعشرة آلاف قدر كتلتها في ساعة زمنية واحدة، أما الإنسان فلكي يستطيع أن يستهلك كمية من السكر تقدر بألف مرة قدر وزنه فإنه يحتاج تقريباً إلى فترة تصل إلى حوالي ٢٥٠,٠٠٠ ساعة. وهذا يوضح الدور الهام للأحياء في تحليل المواد العضوية الميتة وإعادة تدوير عناصرها.

ثالثا : أشكا ل (تجمعات) الخلايا البكتيرية

توجد خلايا البكتيريا إما منفردة أو تتجمع في تجمعات،وأشكال الخلايا البكتيرية المفردة إما أن تكون مستديرة (كروية Spherical (Cocci Shapes أو تتخذ شكل العصا المستقيمة أو المنحنية curved or rod like أو لولبية Spiral، أو بكتيريا ذات أشكال خيطية Filamentous.

أولاً: البكتيريا الكروية

يعتبر اسم Cocci أكثر شيوعاً، ومفردها كوكس Coccus، وكلمة كوكس ترجع إلى الأصل اللاتيني Kokkos وتعني حبة أو توتة، وقد يتكون الفرد من كرة واحدة أو في تجمعات (شكل ٢-١٨). **تأخذ الأشكال المختلفة التالية:**

١ – **بكتيريا كروية مفردة:** وتتواجد الخلايا منفردة Monococcus بعد تكونها من عملية التكاثر وهى بكتيريا مترممة تعيش في الماء والهواء.

٢ – **بكتيريا كروية ثنائية (في أزواج)**: وفيها تترتب البكتيريا في أزواج بعد انقسام الخلية الفردية بواسطة جدار مستعرض (في مستوى واحد) إلى خليتين Diplococci ومن أمثلتها البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي Penemococcus (*Streptococcus pneumonia*) والبكتيريا المسببة للسيلان Gonorrhoea (*Neisseria gonorrhoeae*).

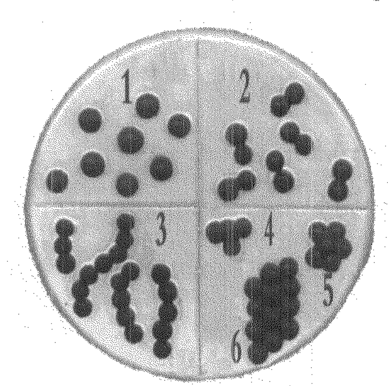
٣ – **بكتيريا سبحية (كرويات في سلاسل):** وفيها تترتب البكتيريا الكروية بجوار بعضها وتلتصق ببعضها في شكل سبحة (سلسلة) Streptococci. وهى تنتج من انقسام الخلية البكتيرية عدة انقسامات بجدر مستعرضة في مستوى واحد (متعامد على طول

السلسلة) دون انفصال الخلايا، مثل البكتيريا المستخدمة في تخمر منتجات الألبان *Streptococcus lactis*، والبكتيريا المسببة لمرض الحمى القرمزية *S. pyogens*.

٤ – **بكتيريا كروية رباعية** وتترتب في شكل رباعيات (Tetracocci (Tetrads. وهي تتكون من انقسام الخلية الفردية انقسامين متتاليين في مستويين متعامدين، وتظل كل أربعة خلايا ناتجة ملتصقة ببعضها مكونة مجاميع رباعية. وتعيش معظم أنواع هذه البكتيريا مترممة وبعضها يوجد متطفلاً على الإنسان مثل *Micrococcus tetragenia*.

٥ – **بكتيريا كروية مكعبة:** وهي تترتب في صور مكعبات Cubical packets (Sarcina) يتكون كل مكعب من ثمان خلايا ملتصقة ببعضها وهى تنتج من انقسام الخلية المفردة ثلاثة انقسامات متعامدة بعضها على بعض مثل جنس سارسينا *Sarcina* (*Sarcina lutae*) .

٦ – **بكتيريا كروية عنقودية:** وهي تشبه شكل عنقود العنب وتسمى Staphylococcus، ويرجع ذلك إلى انقسام الخلية الفردية عدة مرات في محاور غير منتظمة فيتكون مجموعة من الخلايا الكروية التي تتصل ببعضها في صورة غير منتظمة في شكل عنقودي كروي، مثل بكتيريا *Staphylococcus aureus* والتي تصيب جلد الإنسان وتسبب التقيحات المختلفة Abscesses.



شكل (٢ – ١٨) أشكال الخلايا البكتيرية الكروية : ١- كروية مفردة، ٢ – كروية ثنائية، ٣ – سبحية (سلسلة)، ٤ – رباعية، ٥ – مكعبة (ثمانيات)، ٦ – عنقودية.

ثانياً : البكتيريا العصوية

وتتميز هذه البكتيريا بالشكل العصوي (Rod shaped (Bacilli أو الاسطواني Cylindrical، بعضها عصوي قصير والآخر عصوي طويل، وتكون أطرافها مستديرة أو مائلة الاستدارة أو مستقيمة (مدببة)، لذلك فبعضها يظهر على شكل برميلــي أو بيضاوي والخلايا ذات أقطار تتراوح من ٠,٥ - ١,٢٥ ميكرون وأطوال تتراوح بين ميكرون إلى عديد من الميكرونات. والبكتيريا العصوية إما أن تكون عصوية مستقيمة Straight rods أو عصوية منحنية Curved rods (شكل ٢- ١٩) **كالتالي:**

١ – البكتيريا العصوية المستقيمة:

وفيها تشبه الخلية المفردة العصا Rod like أو اسطوانية Cylindrical وتختلف أبعاد الخلية العصوية تبعاً لنوع البكتيريا فبعضها خلاياها طويلة والآخر خلاياها قصيرة يزيد طول خلاياها قليلاً عن عرضها. وتكون أطرافها مستديرة مثل بكتيريا القولــون *E. coli*، أو ذات نهايات مسطحة (مستقيمة) مثل بكتيريا الجمرة الخبيثــة *Bacillus anthracis*، أو تأخذ الشكل المغزلي مثل *Fusibacterium*. **وتقسم الخلايا العصوية المستقيمة تبعاً لترتيب الخلايا وعددها إلى :**

أ – **عصويات منفردة:** وهى توجد منفردة Monobacilli مثل البكتيريــا المســببة لمــرض الــدفتيريا Diphtheria، كــذلك مــرض التيفــود Typhoid fever (*Salmonella typhi*). وقد تظهر هذه البكتيريا في شكل من ثلاث خلايا علــى شكل حرف Y مثل بكتيريا السل الرئوي *Mycobacterium tuberculosis*.

ب – **عصويات ثنائية:** وفيها تتجمع الخلايا البكتيرية في أزواج Diplobacilli مثل البكتيريا التي تسبب تسمم الأغذية *Clostridium botulinum*، والبكتيريا المسببة لمرض التيتانوس (الكزاز) *C. tetani*.

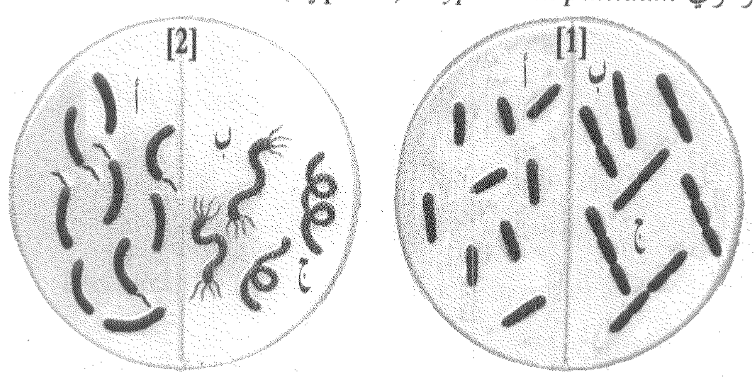
ج – **عصويات سبحية**: وهى توجد في سلاسل Streptobacilli ذات أطوال مختلفة مثل البكتيريا المسببة لمرض الحمى الفحمية (الجمرة الخبيثة) *Bacillus anthracis*.

٢ – البكتيريا العصوية المنحنية

وهى بكتيريا توجد على هيئة خلايا منفردة نادراً ما تتجمع خلاياها. وهى ذات أشكال منحنية Curved rods، وتتميز بالتفافها وتكوين ما يشبه الحلزوني. وتختلف فيما بينها من حيث الشكل، والتركيب وطريقة الحركة، وهى **تنقسم إلى الأنواع الآتية:**

أ – **البكتيريا الضمية (الواوية)**: وفيها تنثني الخلية العصوية إلى أقل من لفة واحدة (أي حلزوني غير كامل) وتسمى بالحلزونيات الصلبة Vibrio. ومن أمثلتها البكتيريا المسببة لمرض الكوليرا *Vibrio cholera*.

ب – **البكتيريا المنثنية**: وهى ليست بكتيريا حقيقة (وسط بين البكتيريا والبروتوزوا) وهى لا تحمل أسواط وليس لها جدار صلب،وهى منثنية الشكل Spirochaetes وتتحرك حركة دودية عن طريق الانثناء والالتواء مثل البكتيريا التي تسبب مرض الزهري *Tryponema pallidum* (Syphilis).



شكل (٢– ١٩) أشكال الخلايا البكتيرية السبحية : [١] عصوية مستقيمة. أ – عصوية مفردة، ب – عصوية ثنائية، ج – عصوية سبحية. [٢] عصوية منحنية. أ – عصوية ضمية، ب – عصوي منثنية ، ج – عصوية حلزونية.

جـ – البكتيريا الحلزونية: وهى بكتيريا حقيقية متصلبة الجدار، وفيها تنثني الخلية البكتيرية أكثر من لفة وتبدو لولبية أو حلزونية Spirilla، وهى متحركة بواسطة الأسواط، ومن أمثلتها البكتيريا المسببة لبعض أنواع الحمى للإنسان الناتجة عن عض الفئران له *Spirillum minus*.

رابعا : صبغ البكتيريا كصفة ظاهرية

نظراً لأن البكتيريا كائن حي دقيق عديم اللون ونظراً لاحتوائها على نسبة عالية من الماء لذلك يتطلب فحصها أن تكون مصبوغة، حتى يمكن تمييزها، فالأصباغ توضحها وتميزها عن الوسط الموجودة به، وسهولة التعرف على بعض التراكيب الخلوية الخارجية والداخلية للبكتيريا. **وهناك صبغات عديدة تستعمل لصبغ البكتيريا، كل صبغة تختص بعضو معين، ومنها:**

١ – الصبغ البسيط Simple staining :

(أصباغ قاعدية) ويرجع لونها إلى كاتيون القاعدة cation وهذه تتفاعل مع المواد الحامضية في الخلية. ويقصد بالصبغ البسيط استعمال صبغة مفردة في صبغ خلايا البكتيريا، ومن هذه الأصباغ كاربول فوكسين Carbol fuchsin (الفوكسين القاعدي)، أزرق الميثيلين Methylene blue، والصفرانين Safranin وللأصباغ القاعدية مقدرة كبيرة على صبغ الخلية البكتيرية وخاصة النواة وهذه الأصباغ شائعة الاستعمال.

٢– الصبغ المركب Compound staining :

تستعمل في هذه الطريقة أكثر من صبغة واحدة ويعرف هذا النوع من الصبغ بالصبغ التفريقى Differential staining، وخاصة عندما تجرى للتفرقة بين الخلايا البكتيرية المختلفة، تبعاً لقابليتها للأصباغ المستعملة في مجاميع،وتبعاً لتفاعلها مع الصبغة، **ومن أمثلتها :**

أ – صبغة جرام Gram stain

يرجع تسمية صبغة جرام إلى مكتشفها كريستيان جرام Christian Gram عام ١٨٨٤م) وهي عبارة عن صبغين أحدهما بنفسجية اللون (الكريستال البنفسجي)

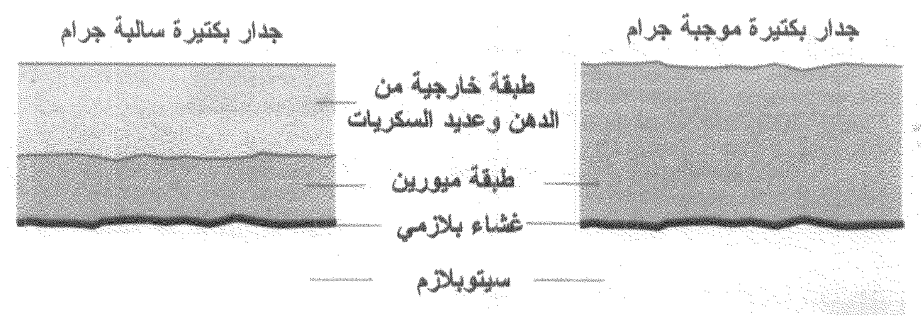
والأخرى حمراء (الصفرانين). ولا تقتصر أهمية صبغة جرام على تصنيف البكتيريا بل أنها أيضاً تبين اختلافات أساسية في تركيب الجدار الخلوي للبكتيريا، وتلك الصبغة **تقسم البكتيريا إلى نوعين :**

(١) بكتيريا موجبة لصبغة جرام Gram positive bacteria

يحتوي الجدار على طبقات من الميورين، وتتصل هذه الطبقات عرضياً بروابط ببتيدية فتعطي للجدار تجانس وتماسك وصلابة، ويوجد أيضا حامض النيكويك داخل طبقة الميورين، وهذا الحامض لا يعطي صلابة للجدار ولا يحتوي على البروتينات الدهنية وعديدة السكريات الدهنية والدهون الفوسفورية. وتمثل طبقة الميورين حوالي ٥٠% من الوزن الجاف للجدار وهذا الجدار قابل للتحلل بفعل إنزيم ليسوزيم.

وعند إتباع طريقة صبغة جرام نجد أن بعض البكتيريا تصبغ بالصبغة القاعدية (الكريستال البنفسجي) Gentian or Crystal violet في وجود اليود بدرجة لا يمكن معها إزالة الصبغة من الخلايا عن طريق الغسيل بالكحول، وإنما تظهر ذات لون أزرق أرجواني Purple blue ومن أمثلتها *Staphylococcus* sp.، و *Bacillus* sp. (شكل ٢ – ٢٠).

وتجدر الإشارة إلى أن بعض البكتيريا الموجبة لصبغة جرام، قد تظهر سالبة لصبغة جرام نتيجة لقدم المزرعة، وتسمى غير ثابتة لصبغة جرام. لذلك يجب عند استعمال هذه الصبغة أن تكون المزرعة حديثة العمر (حوالي ٢٤ ساعة).

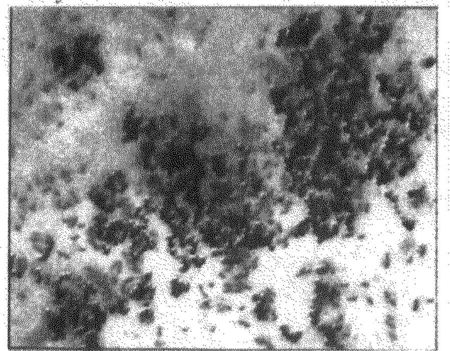


شكل (٢– ٢٠). قطاعين في جدار خلية بكتيرية موجبة الجرام وأخري سالبة الجرام.

(٢) بكتيريا سالبة لصبغة جرام Gram negative bacteria

يحتوي الجدار على طبقة واحدة من الميورين لذلك يسهل تحطيم الجدار ميكانيكياً عن جدار الخلايا الموجبة لصبغة جرام، ويمثل الميورين ١٠% من الوزن الجاف. ويحتوي الجدار على طبقة الدهون الفوسفورية والتي تحيط بطبقة الميورين ثم طبقة عديدة السكريات الدهنية (شكل ٢-٢١) والتي تغطي طبقة الميورين بالكامل ويتطلب ذلك وجود أيونات الكالسيوم. ويحتوي الجدار على طبقة البروتين الدهني ولا تعطي صلابة للجدر الخلوية لأنها عبارة عن أنابيب صغيرة منتشرة خلال طبقة عديدة السكريات الدهنية، وهذه الطبقة ترتبط بطبقة الميورين بروابط هيدروجينية ضعيفة لذلك يسهل إزالتها بسهولة من الخلية.

وهذه المجموعة من البكتيريا يمكن إزالة الصبغة منها بسهولة باستعمال الكحول، وهذه تظهر على هيئة تراكيب فيزيائية وكيميائية مختلفة لأن الكحول يزيل الصبغة البنفسجية Violet stain وفي هذه الحالة فإن البكتيريا تصبغ بصبغة كاربول فوكسين، وتأخذ اللون الأحمر وهو لون صبغة الفوكسين (شكل ٢ - ٢١)، ومن أمثلتها جنس *Pseudomonas* sp.، *Rickettsias*، *Chlamydias*.



شكل (٢ - ٢١). بكتيريا سالبة (حمراء) لصبغة جرام، وموجبة (زرقاء - بنفسجية) لصبغة جرام.

لا يزال تفسير تلون البكتيريا موجبة جرام وعدم تلون سالبة جرام موضع نقاش وبحث. فتشير بعض الآراء إلى أن الجدار الخلوي للبكتيريا سالبة الجرام يكون رقيقا، ويحتوى كميات كبيرة من الدهون وطبقة واحدة رقيقة من الجلوكوببتيدات

(حوالي ٥-١٠ % من الوزن الجاف للجدار)، وعند معالجة هذه البكتيريا بالكحول فانه يتم استخلاص المواد الدهنية من الجدار، الأمر الذي يؤدى إلى زيادة نفاذية وسهولة استخلاص صبغة الكريستال البنفسجي واليود منة. بينما يكون الجدار الخلوي للبكتيريا موجبة الجرام فقيرا بالدهون وغنياً بالجلوكوببتيدات (حوالي ٦٠- ٩٠ % من الوزن الجاف للجدار) التي تترتب على هيئة طبقات عديدة تحتجز اللون الأزرق لصبغة الكريستال. (عثمان وآخرون ٢٠٠٠م).

ويبدو أن التفسير الحقيقي لهذا الاختلاف يرجع إلى أسس كيميائية، إذ أن أسطح الخلايا الموجبة لصبغة جرام أو الجزء القريب من أسطحها يحتوى على كميات من ملح الماغنسيوم لحامض الريبونيوكليك Ribonucleic acid والتي تُكون مركب معقد مع كل من البروتين الخلوي، وصبغة الكريستال البنفسجية واليود. وهذا المركب المعقد يثبت الصبغة في الخلية ويجعلها أكثر مقاومة للإزالة عند الغسيل بالكحول. أما البكتيريا السالبة لصبغة جرام فإن التركيب الكيميائي لأسطح خلاياها لا يحتوى على ملح الماغنسيوم لحامض الريبونيوكليك

ب – الصبغ المقاوم للأحماض Acid fast stain

تحتوى بعض البكتيريا المرضية على تركيز عالي من المواد الدهنية، وتكسو خلاياها من الخارج طبقة دهنية، لذا لا يمكن صبغها بالطرق العادية. وإذا صبغت يصبح من الصعب إزالة الصبغة حتى لو عوملت بالكحول المضاف إليه حامض. ولذلك تسمى بالبكتيريا المقاومة أو الصامدة للأحماض ومن أمثلتها بكتيريا السل.ويستخدم لصبغها طرق خاصة من أهمها طريقة زيل – نيلسون Ziehl – Nelson وفيها يستعمل محلول صبغة مركز من الفوكسين القاعدي يحتوى على مثبت للصبغة كالفينول، وتحتفظ مثل هذه البكتيريا بلون الصبغ الأحمر ولا يمكن إزالته منها حتى بالغسيل بالكحول الحامضى. وعلى ذلك فلا تتلون بلون الصبغة الأخرى المستعملة وهي أزرق الميثيلين، بينما البكتيريا الغير مقاومة للأحماض يسهل إزالة الصبغة الحمراء منها فتأخذ لون أزرق الميثيلين.

الفصل الخامس

تركيب الخلية البكتيرية

يمكن تقسيم تراكيب (مكونات) الخلية البكتيرية (شكل ٢ - ٢٢) إلى مجموعتين هي التراكيب الخارجية السطحية Superficial structures، **والتراكيب الداخلية** Internal structures .

والتراكيب التي سيرد ذكرها على أنها تراكيب خلوية، ليست بالضرورة أن تتواجد كلها مجتمعة في خلية بكتيرية واحدة،فبعض الخلايا البكتيرية لا تحمل اسواط، كما أن بعض الخلايا البكتيرية لا تكون جراثيم داخلية، **وفيما يلي شرح مبسط لتراكيب الخلية البكتيرية:-**

أولاً : التراكيب الخارجية للخلية البكتيرية

وهي توجد في بعض وليس كل ذوات النواة البدائية وربما يعزى إليها بعض الوظائف الخاصة في الخلايا التي تحتويها، وتشمل الجدار الخلوي Cell wall، والعلبة (الغلاف أو الكبسولة Capsule)، والطبقة الهلامية Slime layer، والأسواط (الأهداب Flagella)، وأعضاء التثبيت Fimbrias، والزوائد الشعرية (الجنسية Sex pili) (شكل٢ -٢٢).

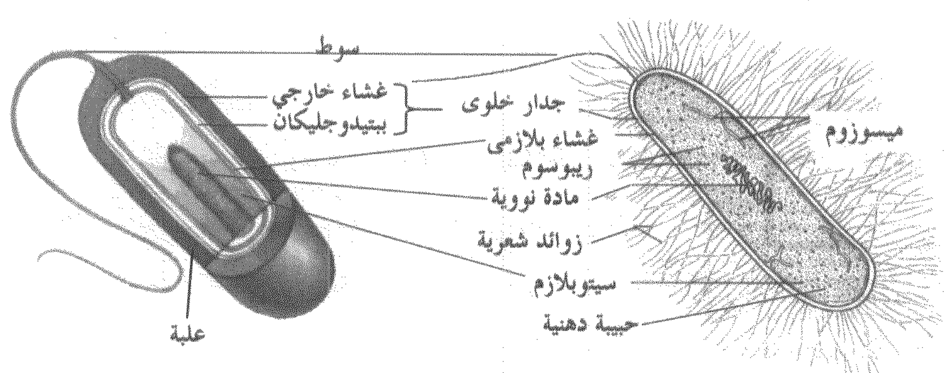
(١) الجدار الخلوي

الجدار الخلوي Cell wall هو الطبقة الخارجية للخلية البكتيرية، وهو جدار صلب يعطى الخلية شكلاً ثابتاً ومميزاً ويقي الخلية من تأثير العوامل الخارجية، ويختلف التركيب الكيميائي لجدار الخلية البكتيرية عن تركيب الجدار الخلوي للنباتات الراقية، فهو لا يحتوى على السليللوز كما في النباتات الخضراء، ولا يحتوى على الكيتين كما في الفطريات، ولكن يتكون من وحدات تركيبية تختلف باختلاف نوع الخلايا (سالبة أو موجبة لصبغة الجرام)، ويتركب

جدار الخلية بصفة عامة من جزيئات متراكبة من مادتين هما كربوهيدرات عديدة التسكر (سكريات أمينية Amino sugar) وببتيدات Peptides. والسكريات الأمينية عبارة عن بوليمر Polymer من كل من أسيتيل جلوكوز أمين N-acetyl glucose amine، وحامض أسيتيل الميوراميك N-acetyl-muramic acid متبادلين. أما الببتيدات فهي قصيرة (٣ - ٨ أحماض أمينية) وتربط السلاسل الكربوهيدراتية بعضها بالبعض بروابط ببتيدية وتسمى هذه المادة ببتيدوجليكان Peptidoglycan أو الميورين Murein، وهو الهيكل الأساسي للجدار الخلوي البكتيري وهو المسئول عن صلابة الجدار. ويسمح هذا التركيب بمرور الماء والمواد الغذائية من خارج الخلية لداخليها، كما يسمح بخروج الفضلات من داخل الخلية إلى الخارج.

(٢) العلبة (الغلاف)

تفرز بعض البكتيريا مواد عضوية لزجة خارج الخلية، وقد تحيط هذه المواد بالخلية على هيئة طبقة (أو عدة طبقات كثيفة) رقيقة وتظل ملاصقة لها فتعرف بالعلبة Capsule. وقد تنتشر هذه المواد في البيئة المحيطة وتكسبها قواماً خاصاً فتسمى بالطبقة الهلامية Slime layer، وكلا من العلبة والطبقة الهلامية (شكل ٢ -٢٢) لا تزيد عن كونها مواد غذائية مخزونة خارج الخلية وليس لها أهمية أساسية لوظائف الخلية الحيوية بدليل أن بعضها يعيش بدونها.



شكل (٢ - ٢٢). تركيب الخلية البكتيرية الحقيقية بدائية النواة (عن Solomon, *et al* 1998).

تتكون العلبة من مواد مختلفة منها عديدات التسكر Polysaccharides، وعديد الببتيد Polypeptide ودهن مفسفر Phospholipids، وتتكون العلبة من إحدى هذه المواد أو نتيجة حدوث اتحاد بين مادتين.

تقوم العلبة بحماية الخلية البكتيرية من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف، وإذا توفرت البكتيريا المغلفة حول جذور النباتات الصحراوية فإنها تزيد نسبة الرطوبة وتساعد على مقاومة الجفاف وذلك لأن العلبة تساعد على التصاق الخلايا البكتيرية وبالتالي يتكون كتلة خلوية بها كمية كبيرة من المادة المخاطية وتكون محتوية على كمية كبيرة أيضاً من الماء.

أما عند وجود العلبة حول البكتيريا المسببة لبعض الأمراض فيكون دورها هو حماية الخلية من الإفرازات التي يفرزها الجسم لمقاومة هذه البكتيريا مثل البكتيريا الممرضة ستربتوكوكس بنيومونيا *Streptococcus pneumonia* التي تسبب مرض الالتهاب الرئوي Pneumonia حيث تقوم العلبة بحماية البكتيريا من الالتهام بواسطة كرات الدم البيضاء Phagocytes، كذلك بكتيريا *Streptococcus* التي تسبب تسوس الأسنان يعمل غلافها السميك اللزج على التصاقها ببقايا الغذاء بالفم لتكوين طبقة بلاك Plaques على سطح الأسنان، وهذا الالتصاق يتيح للبكتيريا الفرصة لتحليل مادة الأسنان.

(٣) الأسواط (الأهداب)

الأسواط Flagella زوائد رفيعة وطويلة يبلغ طولها أضعاف طول الخلية، وتستخدم كأداة للحركة تتحرك بواسطتها البكتيريا (لا تعتبر أعضاء الحركة وذلك لأن البكتيريا التي لا تحتوى على أسواط تتحرك بالحركة الإنزلاقية أو الدودية أو الدائرية) وتسمى البكتيريا التي تمتلك أسواط بالبكتيريا المتحركة.

تنشأ الأسواط من الغشاء السيتوبلازمي من منابت خاصة على هيئة حبيبات تسمى الحبيبات القاعدية (الجسم القاعدي) وتمر الأسواط من خلال

منطقتي الجدار الخلوي والعلبة ويتكون السوط من ثلاث أجزاء هي الخيط Filament والخطاف Hook والجسم القاعدي Basal body (شكل٢ - ٢٣).

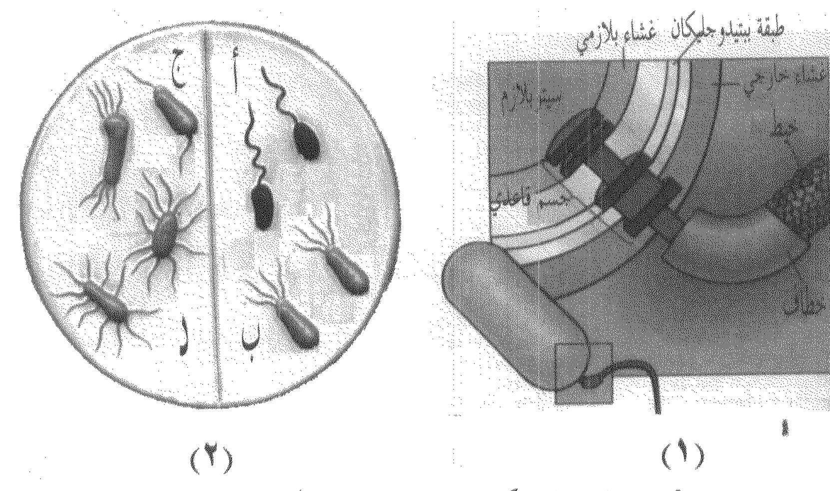
يقتصر وجود الأسواط على أجناس من الشكل العصوي ، **وتقسم البكتيريا تبعاً لعدد وتوزيع الأسواط على سطحها** (شكل٢ - ٢٣) **إلى :**

(أ) وحيدة السوط Monotrichous : بكتيريا ذات سوط واحد يخرج من أحد أطرافها مثل البكتيريا الواوية Vibrio

(ب) سوطية الطرف Laphotrichous: بكتيريا ذات مجموعة من الأسواط تخرج من أحد أطرافها مثل البكتيريا الحلزونية *Spirillum serpens*

(ج) سوطية الطرفين Amphitrichous: وفيها يخرج سوط واحد مثل Pseudomonas أو مجموعة من الأسواط من طرفي الخلية مثل *Treponem pallidum*.

(د) محيطية الأسواط Peritrichous : وفيها تخرج الأسواط من كل محيط الخلية وتحيط بها مثل بكتيريا الأزوتوباكتر *Azotobacter*.



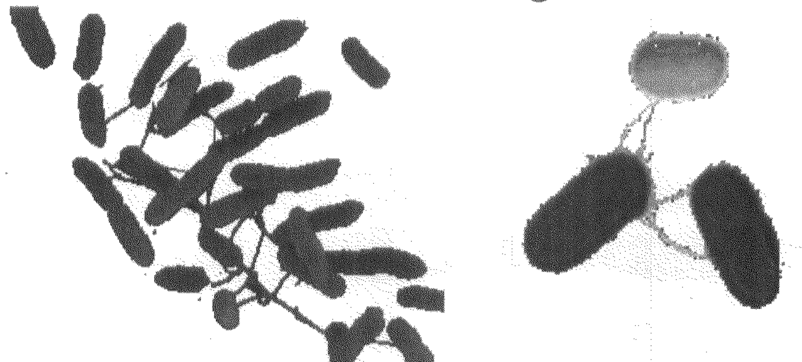
شكل (٢ -٢٣). تركيب السوط البكتيري (١)، توزيع الأسواط على سطح الخلية البكتيرية (٢)، وحيدة السوط (أ)، سوطية الطرف (ب)، سوطية الطرفين (ج)، محيطية الأسواط (د).

(٤) الزوائد الشعرية (الشعيرات – البيلى):

مفردها pilus وتعرف باسم الفمبريا Fimbriae. وهي زوائد Pili خيطية قصيرة تغطى جدار الخلية وهي غير متموجة.توجد في كثير من أفراد البكتيريا السالبة لصبغة الجرام وليس لها علاقة بالحركة لوجودها في البكتيريا المتحركة. وهي تتكون من بروتين البيلين pilin **وتنقسم إلى نوعين (شكل ٢–٢٤)حسب وظيفتها:–**

(أ) **زوائد التصاقية** : توجد في بعض الخلايا البكتيرية الممرضة وتساعدها على الالتصاق بخلايا العائل (النباتية أو الحيوانية)، وتمكنها من الحصول على الغذاء.

(ب) **زوائد جنسية:** تتوسط الزوائد الجنسية Sex pili عملية تعرف بالاتصال الجنسي في البكتيريا المتشابهة Conjugation حيث تشكل قناة ينتقل خلالها المادة الوراثية بين البكتيريا خلال عملية تزاوج بدائية. مثل بكتيريا إيشيريشيا كولاي *E. coli* .



شكل (٢ – ٢٤). صورة بالمجهر الإلكتروني لتزاوج الخلايا البكتيرية عبر الزوائد الجنسية.

الحركة في البكتيريا

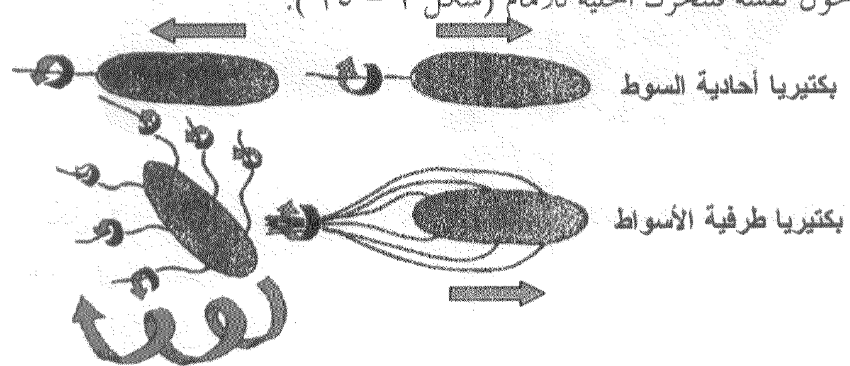
قد تحمل البكتيريا أعضاء للحركة تسمى الأسواط فتتحرك حركة سريعة، وتسمى بالبكتيريا المتحركة، أما البكتيريا التي لا تحتوى على أسواط تتحرك حركة بطيئة. **وفيما يلي طرق الحركة في البكتيريا:–**

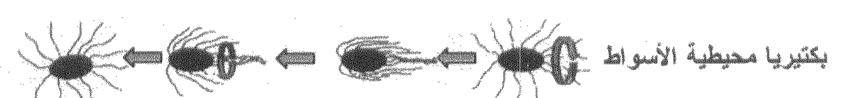
(١) الحركة في البكتيريا ذات الأسواط

وفيها تكون الأسواط هي وسيلة الحركة، حيث تقوم الأسواط بدفع الخلية البكتيرية في السائل نتيجة قيام الأسواط بسلسلة من الحركات النموذجية المنتظمة (انقباض وانبساط متتاليين) مثل المجداف والدفة في حركة السفينة. وتتم حركة البكتيريا بالأسواط **على النحو التالي:**

(أ) كل سوط يدور سريعا حول محوره ضد اتجاه حركة عقرب الساعة أو مع اتجاه حركة عقرب الساعة (شكل ٢ – ٢٥). وتنتقل الحركة الدائرية هذه إلى المحرك السوطي والذي يجعل الحلقتين المكونتين له تتحركان يميناً ويساراً حركة اهتزازية غير ثابتة. يعتمد عمل المحرك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على التوليد المستمر للطاقة.

(ب) تتحرك البكتيريا وحيدة السوط بعمل تموجات سريعة بواسطة السوط. أما البكتيريا طرفية الأسواط فتلتف مجموعة الأسواط حول نفسها على هيئة لولب يتحرك حول نفسه ونحو اليمين واليسار فتندفع الخلية إلى الأمام. وفي البكتيريا محيطية الأسواط تلتف مجموعة الأسواط الطرفية حول نفسها مكونة لولباً يتحرك حول نفسه فتتحرك الخلية للأمام (شكل ٢ – ٢٥).





شكل (٢ – ٢٥). طريقة حركة الأسواط في البكتيريا وما يترتب علية من تحديد اتجاه حركة الخلية البكتيرية.

(٢) الحركة في البكتيريا عديمة الأسواط :

وهي تتحرك بالطرق الآتية :

(أ) الحركة الإنزلاقية: تحدث الحركة الإنزلاقية Gliding movement نتيجة لانقباضات نموذجية لطبقة البروتوبلازم الرقيقة والموجودة تحت الجدار الخلوي. وتوجد هذه الحركة في أفراد البكتيريا الهلامية Myxobacteria، وتحدث حينما تكون الخلية أو الخيط البكتيرية متصلاً بالوسط الصلب، ولا تحدث في الوسط السائل، إلا أنها تحدث على أسطح الأوساط السائلة المعرضة للهواء وتعرف هذه الحركة أيضاً بالحركة الزحفية.

(ب) حركة البكتيريا ذات الزوائد (الاسبيروكيتات): الاسبيروكيتات Spriochaetes مجموعة من البكتيريا تحتوى على زوائد صغيرة على سطح الخلية وجدار هذه الخلايا مرن، وتتميز البكتيريا بوجود اسطوانة برتوتوبلازمية (ضفيرة) تلتف حلزونياً مع ضفيرة (ليفية) محورية أو أكثر من اللويفات المحورية Axial fibrils، هذه اللويفات المحورية تنشأ من أقراص طرفية توجد عند طرفي الاسطوانة البروتوبلازمية بين جدار الخلية وغلاف خارج الخلية يغطى الليفة. وهذه اللويفات المحورية تعتبر أعضاء الحركة في البكتيريا ذات الزوائد، وتحدث الحركة على ثلاث صور وهي حركة **دائرية** سريعة على طول محور الخلية، وحركة **دودية** انثنائية، وحركة **حول نفسها** تشبه البريمة.

(ج) الحركة البراونية العشوائية : بتصادم جزيئات الوسط الذي تعيش فيه البكتيريا مع الخلايا نفسها.

ثانياً : التراكيب الداخلية للخلية البكتيرية

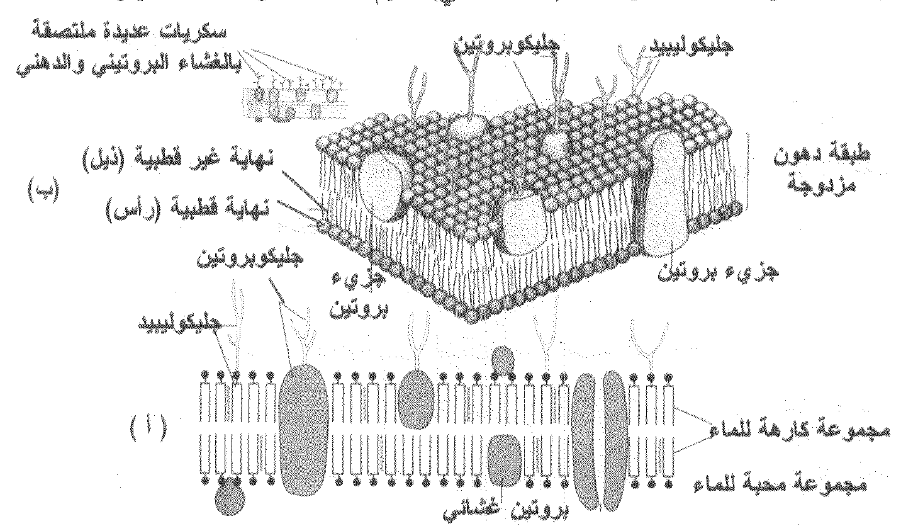
تشمل جميع التراكيب التي تحاط بجدار الخلية البكتيرية (شكل ٢ - ٢٢) وهي البروتوبلازم وهي توجد في جميع الكائنات بدائية النواة وضرورية للحياة. وتشمل كل ما يحيط به الجدار الخلوي كالبروتوبلازم، الذي يحيط به ويحدده من الخارج الغشاء البلازمي Plasma membrane، ويفصل بينه وبين الجدار الخلوي فراغ

يسمى بالفراغ قبل بلازمي Perplasma، وتشمل أيضاً السيتوبلازم وما يحتويه من ريبوسومات Ribosomes والجزء النووي Nuclear region، ومحتويات غير حية، علاوة على الجراثيم الداخلية Endospores.

(١) الغشاء البلازمي (السيتوبلازمي)

وهو غشاء رقيق مرن يلي الجدار الخلوي وهو يحيط بالسيتوبلازم، ويوجد أحياناً منطقة فراغ بين الغشاء البلازمي Plasma membrane والجدار الخلوي Cell wall تعرف باسم الفراغ قبل بلازمي "بريبلازم" Periplams.

يحتوى الغشاء البلازمي على حوالي ٦٠% بروتين، ٣٠% دهون، ١٠% كربوهيدرات. والبروتين الموجود إما أن يكون بروتيناً إنزيمياً أو ذا وظيفة إنزيمية. وقد وجد أن الغشاء البلازمي يتكون من ثلاث طبقات محددة (شكل ٢ – ٢٦)، سمك الطبقتين الخارجيتين حوالي ٢,٥ نانوميتر، وسمك الطبقة الثالثة حوالي ٥ نانوميتر حيث تتكون من طبقتين من الفوسفوليبيدات (دهون) الخارجية محبة للماء بينما الثانية توجد للداخل وهي كارهة للماء ونتيجة لهذا التركيب (الفسيفسائي) تقوم الأغشية بوظائف فسيولوجية مختلفة.



شكل (٢ –٢٦). تركيب الغشاء السيتوبلازمي النموذج الفسيفسائي (أ)، مكونات الغشاء الخلوي الكارهة للماء والمحبة له (ب). (عن Clegg & Mackean, 2000)

يشابه تركيب الغشاء البلازمي البكتيري تركيب نظيره في الكائنات الحية الراقية ولكنه مختلف عنه في عدم احتوائه على الأستيرولات Sterols، وهذا يجعل الخلية البكتيرية أقل حساسية للمضادات الحيوية، هذا بالإضافة إلى أن الغشاء البلازمي البكتيري غنى بالمواد البروتينية عن الغشاء البلازمي في الكائنات حقيقية النواة. هذا ولا يوجد للغشاء البلازمي البكتيري امتدادات داخل جدار الخلية البكتيرية كما هو الحال في جدار الخلية النباتية.

وظائف الغشاء البلازمي

- يتميز الغشاء البلازمي بخاصية النفاذية الاختيارية حيث يتحكم في مرور المواد الغذائية إلى داخل الخلية البكتيرية وكذلك نواتج النمو إلى الخارج. لذلك فأي ضرر للغشاء قد يؤدى إلى موت الخلية نتيجة لفقده القدرة على التحكم في عملية دخول وخروج المواد.
- يعتبر الغشاء مركز لتفاعلات الأكسدة البيولوجية في الخلية (مثل نظام السيتوكروم Cytochrome oxidation system وإنزيمات الاختزال (نزع الهيدروجين Dehydrogenase).
- يعتبر الغشاء البلازمي مركزاً لإنزيمات تحليل المواد الغذائية.
- يساهم الغشاء في عملية التكاثر البكتيري، حيث يساهم في انتقال المادة النووية دنا إلى الخلية الجديدة أثناء عملية الانشقاق.
- يساهم في تخليق الجدار الخلوي لاحتوائها على كل الإنزيمات المسئولة عن تخليق بروتين الجدار الخلوي، كما يوجد بالغشاء مراكز معينة لها دور هام في عملية الانقسام الخلوي.

(٢) السيتوبلازم

هو الجزء السائل الموجود داخل الغشاء البلازمي ويشغل معظم حيز الخليـــة، وهو يشبه سيتوبلازم الكائنات الحية الأخرى من حيث طبيعته وتركيبه الكيميـــائي. يتكون السيتوبلازم Cytoplasm من خليط معقد من مواد بروتينية، وكربوهيدراتيـــة، ودهنية، وأملاح معدنية، وأحماض أمينية، وفيتامينات، ونسبة عالية مـــن الأحمـــاض النووية وخاصة حامض RNA موزع في جميع أنحاء السيتوبلازم، (وهذا يفسر اصطباغ الخلية البكتيرية بالأصباغ القاعدية، أزرق مثيلين - الفوكسين القاعدي - الكريستال البنفسجي)، وتوجد بعض هذه المواد مذابة في الماء أو معلقة فيه. ويعتبر الســـيتوبلازم مركز العمليات الحيوية، وهو يتكون من حوالي ٨٥% من وزنه ماء، و ١٥% مـــواد صلبة. بالإضافة إلى المواد السابقة يحتوى السيتوبلازم على مواد غذائية مـــدخرة مـــن الحبيبات الفوليوتينية (عديـــدات الفوســـفات وجليكـــوجين). ويمكننـــا القـــول أن **السيتوبلازم يحتوى على عضيات حية ومحتويات غير حية وهي كالتالي :**

أ - المحتويات الحية (عضيات سيتوبلازمية):

تحتوى البكتيريا على مكونات حية Living contents مثل الريبوســـومات، والميزوسومات، والأصباغ التمثيلية

١ - **الريبوسومات:** تظهر الريبوزومات Ribosomes على هيئة حبيبـــات صـــغيرة منتشرة في سيتوبلازم الخلية البكتيرية . ويتكون الريبوســـوم مـــن وحـــدتين، إحداهما صغيرة معامل ترسيبها 30S والأخرى كبيرة 50S وحصيلتهما معاً ذات معامل ترسيب 70S كما يتكون الريبوسوم من ٤٠% بروتين والحامض النووي الريبوزي رنا ٦٠%. يبلغ وزنها حوالي (٤٠%) من وزن الخلية الجاف ويـــتم بناء البروتينات بالريبوسومات.

٢ – **الميزوسومات Mesosomes**: الميزوسومات Mesosomes تراكيب غشائية داخلية (أكثر شيوعاً في البكتيريا الموجبة لصبغة الجرام)، وهي عبارة عن انثناءات من الغشاء البلازمي نحو الداخل وتتخذ أشكالاً مختلفة، وهي تقوم بعملية التنفس بدلاً من الميتوكوندريا الموجودة بالخلايا الحقيقية النواة، ولها أيضاً دور هام في انقسام الخلية وانقسام المادة النووية و في تكوين الجدر العرضية، كما أنها تكون وصلة بين الغشاء السيتوبلازمي والنواة.

ب – المحتويات الغير حية

تحتوى البكتيريا على مكونات غير حية Non-living contents كغيرها من سائر الكائنات الحية، فهي تقوم بتخزين كثير من النواتج الأيضية داخل السيتوبلازم على هيئة حبيبات صغيرة، ومن أهم هذه المواد **حبيبات الجليكوجين** Glycogen granules (ترى بسهولة بعد عملية صبغ الخلايا بحلول اليود المخفف)، **وحبيبات الدهون** Fat droplets (قابلة للذوبان في مذيبات الدهون وتصطبغ بسهولة بصبغ أزرق نافثول وصبغة أسود سودان) **وحبيبات الفوليوتينية** Volatine granules (تتكون من عديد الفوسفات(وهي ذات قابلية للاصطباغ بالأصباغ القاعدية).

(٣) المادة النووية Nuclear material تتكون من:

أ – النواة : وهي عبارة عن مادة كروماتينية تسمى الكروماتين البكتيري Bacterial chromatin متجمعة ذات شكل غير منتظم مغموسة في السيتوبلازم و تظهر على هيئة خيط أو خيط دائري من الحامض النووي دنا ولا يوجد لها غلاف نووي وتسمى أحياناً بالجسم النووي Nucleoid. والنواة Nucleus هي المسئولة عن جميع العمليات الحيوية بالخلية، وأهم وظائفها هي نقل المادة الوراثية من جيل لجيل نظراً لما تحويه من جينات. وتحتوى الخلية البكتيرية أيضاً على الحامض النووي رنا مغموساً في السيتوبلازم أو مرتبط بالحامض النووي دنا أو بالغشاء السيتوبلازمى.

ب - **الابيسومات Episomes**: الابيسومات Episomes عبارة عن أجزاء من الحامض النووي دنا خارج الكروموسوم وتسمى باسم الزائدة الكروموسومية (١/١٠ حجم الكروموسوم) ويستطيع تكرار نفسه بطريقة مستقلة عن الكروموسوم طالما ظل مستقلاً عنه.وقد تندمج مع دنا الكروموسوم البكتيري أحيانا.

ج - **البلازميدات**: هي جزيئات من الدنا مزدوجة السلسلة حلقية الشكل ذاتية التضاعف من نقطة تضاعف وحيدة. توجد البلازميدات Plasmids في خلايا كثير من السلالات البكتيرية مستقلة عن التكوين الكروموسوم البكتيري .

(٤) جليكوكيليكس

تغلف الخلية البكتيرية (في الطبيعة فقط وليس في المزارع المعملية) بغلاف من الألياف يسمى جليكوكيليكس Glycocalyx يساعدها على الالتصاق بخلية العائل أو على سطح المادة الغذائية التي تعيش عليها حيث تعمل.كقنوات لنقل بعض المواد الأنزيمية إلى الوسط الذي تعيش فيه أو المادة التي تمثلها ، وبالتالي تتحرر بعض الجزيئات الغذائية التي تعود مرة أخرى إلى الخلية البكتيرية خلال نفس القنوات. كما تعمل هذه الألياف كطبقة واقية ضد بعض العوامل الضارة والمفترسات.

يتكون الجليكوكيليكس من السكريات العديدة المتفرعة. والبكتيريا تستهلك كميات كبيرة من الطاقة في بلمرة السكريات لتصنيع الجليكوكيليكس، ولذا فان البكتيريا في المختبر تقتصد هذه الطاقة لاستخدامها في عملية التكاثر ولهذا السبب تتكاثر البكتيريا في المختبر بمعدل أكثر من تكاثرها في التربة.

(٥) الجراثيم الداخلية Endospores

خلية البكتيريا الخضرية Vegetative cell هي تلك القادرة على القيام بجميع وظائف الحياة ولكن ليس لها القدرة على مقاومة الظروف غير المناسبة للحياة مثل نفاذ الغذاء وسرعان ما تموت. تشذ عن هذه القاعدة بعض أجناس البكتيريا، فخلاياها

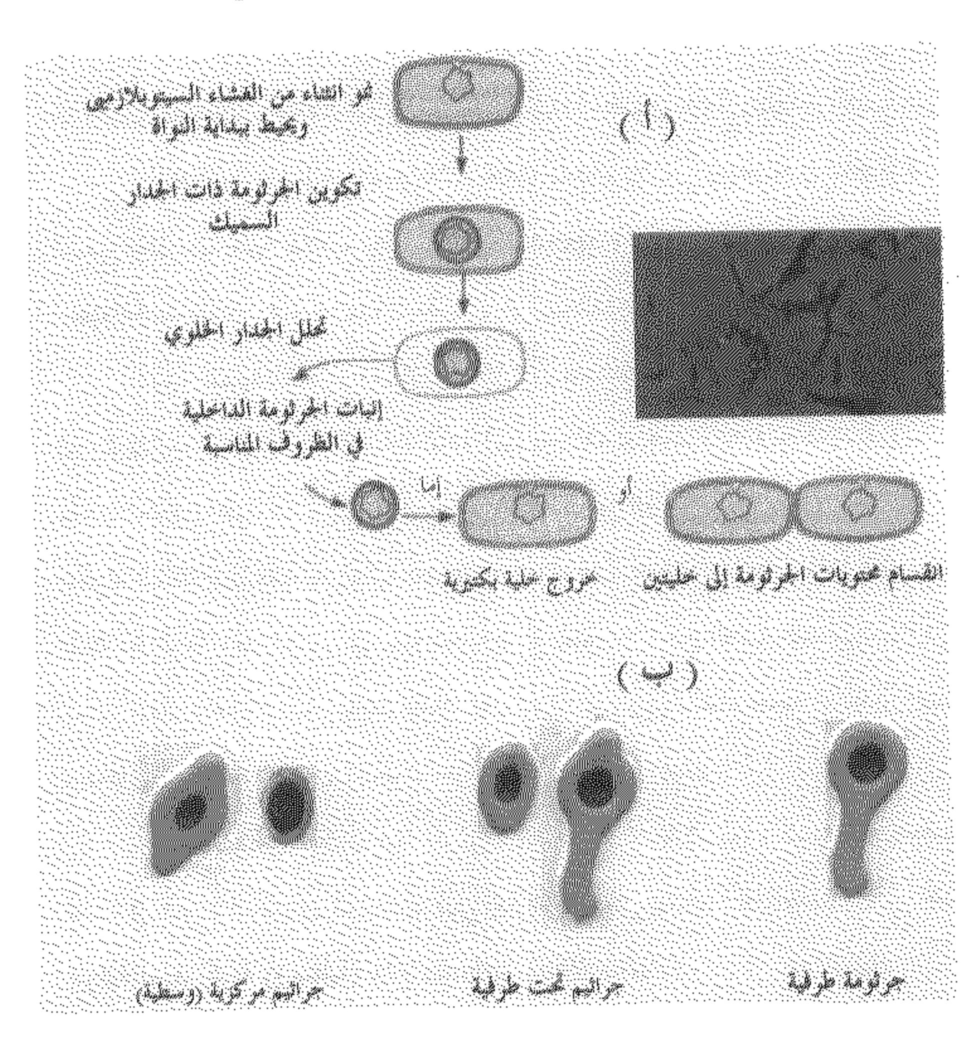
الخضرية لا تموت بفعل نقص الغذاء بل تتحول إلى طور مقاوم (لا يتمتع بأي نشاط حيوي) للظروف البيئية الغير مناسبة، يعرف بالجراثيم Spores، وتعتبر هذه الجراثيم مرحلة ساكنة Dormancy (resting) stage للخلية الخضرية الأم (وتعتبر عملية التجرثم عملية تفاعل ضد النقص في مصادر الطاقة أكثر منة للظروف البيئية غير المناسبة). وتختلف الجراثيم من حيث التركيب عن الخلية الخضرية إذ تختفي بعض التراكيب مثل الأسواط والعلبة والتنوءات والجدار الخلوي وتحل محلها تراكيب أخرى.

فالجرثومة عبارة عن سيتوبلازم محاطاً بغشاء بلازمي يحيط به عدة طبقات تسمى الخارجية منها غلاف الجرثومة Spore coat وتتكون الجرثومة داخل جدار الخلية الخضرية، من هنا جاءت التسمية بالجراثيم الداخلية.

تبدأ عملية التجرثم (شكل ٢ -٢٧ أ) باستطالة الخلية الخضرية وزيادة البروتوبلازم، وتضاعف (انقسام) المادة النووية دنا، ثم هجرة نصف كمية دنا إلى مكان تكوين الجرثومة حيث يتجمع جزء كثيف من البروتوبلازم حول المادة النووية مكونة البدائة (طليعة) الجرثومية forespore (تتوقف عملية تضاعف المادة النووية في بدائة الجرثومة وقد تستمر في بقية الخلية)، ثم ينمو جزء من الغشاء السيتوبلازمي في شكل انثناء داخل الخلية ويحيط ببدائة الجرثومة. ثم يحيط الغشاء نفسه بجدار سميك ويتحول إلى جدار خلوي (تتكون جرثومة ذات جدار سميك).

المكان الذي تتكون فيه الجرثومة (شكل ٢ - ٢٧ ب) وكذلك حجمها ثابت في النوع البكتيري الواحد ، فهي إما **طرفية** مثل *Clostridum tetan* أو **تحت طرفية أو مركزية (وسطية)** مثل *Bacilluis subtilis*، وفي جنس *Bacilluis* نجد أن حجم الجرثومة مثل أو أقل من حجم الخلية ، أما في جنس مثل *Clostridum* فإن حجم الجرثومة يزيد عن حجم الخلية.

تظل الجراثيم ساكنة حتى إذا تحسنت الظروف البيئية فتتشرب الماء ثم تنتفخ ويتمزق جدارها وتخرج منها خلية رقيقة تنمو وتنقسم. ولما كانت عملية التجرثم لا تؤدى إلى زيادة في أعداد البكتيريا لذا فهي لا تعتبر وسيلة من وسائل التكاثر في البكتيريا، بل تعتبر من أطوار حياة الخلية البكتيرية وهو طور ساكن.



شكل (٢ — ٢٧). مراحل تكوين الجرثومة الداخلية وإنباتها (أ)، الأوضاع المختلفة للجرثومة الداخلية (ب).

الفصل السادس

التغذية والنمو والتكاثر في البكتيريا

أولا : طرق التغذية في البكتيريا

تقسم البكتيريا حسب (طرق التغذية Nutrition) مصدر وطبيعة الكربون الذي تعتمد عليه، كذلك مصدر الطاقة اللازم لأنشطتها المختلفة إلى البكتيريا ذاتية التغذية Autotrophic bacteria ، والبكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotrophic bacteria .

أولاً : البكتيريا ذاتية التغذية

وهى البكتيريا التي تستطيع بناء احتياجاتها العضوية بنفسها، وهى التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر أساسي ووحيد للكربون، وذلك باستخدام طاقة من ضوء الشمس (ذاتية التغذية الضوئية Photoautotrophs)، أو أكسدة بعض المواد الكيماوية الغير عضوية (ذاتية التغذية الكيميائية Chemoautotrophs)، **وهى تنقسم إلى مجموعتين حسب مصدر الطاقة الذي تعتمد عليه في بناء أجسامها :**

١ - بكتيريا ذاتية التغذية الضوئية

تحتوى البكتيريا ذاتية التغذية الضوئية Photoautotrophic Bacteria على نوع خاص من الكلوروفيل (الصبغات التمثيلية) يسمى بالكلوروفيل (اليخضور) البكتيري الذي يستطيع امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية وتستخدم المواد الغير عضوية مثل كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أو الثيوكبريتات (Na_2SO_4) كمصدر للهيدروجين (بدلاً من الماء) وتحت ظروف لا هوائية (عكس البكتيريا الخضراء المزرقة). ثم يقوم الهيدروجين باختزال ثاني أكسيد الكربون وتحويله إلى مواد عضوية، تشبه عملية البناء الضوئي في النباتات الراقية، ويترسب الكبريت بدلا من

انطلاق الأكسجين. ومن أمثلتها البكتيريا الأرجوانية الكبريتية Purpule sulpher bacteria ، وكذلك بكتيريا الكبريت الخضراء Green sulpher bacteria.

$$2H_2S + CO_2 \xrightarrow[\text{يخضور بكتيري}]{\text{ضوء}} (CH_2O) + 2H_2O + 2S$$

كبريتيد الهيدروجين — ثاني أكسيد الكربون — يخضور بكتيري — مادة عضوية — ماء — كبريت

٢ – بكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية

تعيش البكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية Chemoautotrophic تحت الظروف الهوائية وتفتقر إلى اليخضور البكتيري، لذلك فهي تعجز عن استخدام الطاقة الضوئية، ولكنها تستطيع بناء احتياجاتها الغذائية العضوية بنفسها، وذلك باستخدام الطاقة الناتجة من أكسدة مواد غير عضوية (مثل النوشادر، وكبريتيد الهيدروجين، ومركبات الحديدوز) في اختزال (تمثيل) ثاني أكسيد الكربون (كمصدر للكربون) في وجود الماء وتتكون مادة عضوية وتعتبر البكتيريا التي تستخدم هذه الطريقة في التغذية اضطرارية لهذا النمط لأنها لا تستطيع أن تولد طاقة لتختزل ثاني أكسيد الكربون إلا إذا سلكت هذا المسلك. **وتقسم البكتيريا حسب المركبات الغير عضوية التي تؤكسدها إلى :**

(أ) **بكتيريا النيترة (التأزت)**: بكتيريا النيترة **(التأزت)** Nitrifying bacteria بكتيريا هوائية تعيش في التربة ، وتعمل على أكسدة بعض المركبات النيتروجينية مثل الأمونيا أو النشادر. مثل البكتيريا التابعة لجنس نيتروزوموناس *Nitrosomas* التي تؤكسد الأمونيا NH_3 إلى نيتريت NO_2 (حامض النيتروز) وتنطلق الطاقة.

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\textit{Nitrosomonas}]{\text{نيتروزوموناس}} HNO_2 + 2H_2O + E$$

أمونيا — نيتريت

ثم تقوم بكتيريا تابعة لجنس نيتروباكتر *Nitrobacter* بأكسدة النيتريت إلى نترات NO_3^- (حمض النيتريك) وتنطلق الطاقة. وتستغل الطاقة الناتجة في اختزال ثاني أكسيد الكربون لإنتاج مواد عضوية.

$$\underset{\text{نيتريت}}{2\,HNO_2} + O_2 \xrightarrow[\text{نيتروباكتر}]{\textit{Nitrobacter}} \underset{\text{نترات}}{HNO_3} + E$$

(ب) **بكتيريا الكبريت** Sulpher bacteria: توجد بكتيريا الكبريت Sulpher bacteria في الينابيع المحتوية على غاز كبريتيد الهيدروجين وفى أحواض معالجة مخلفات المصانع وفى التربة. وهي البكتيريا التي تقوم بأكسدة المركبات الكبريتية (في وجود الأكسجين) مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S، والثيوكبريتات S_2O_3والثيوسيانات SCN، منتجة الكبريت ثم تقوم بأكسدة الكبريت (إلى حامض الكبريتيك الذي يتحول مباشرة إلى كبريتات) للحصول على الطاقة اللازمة لاختزال ثاني أكسيد الكربون وإنتاج مواد عضوية.

$$\underset{\text{كبريت}}{2\,S} + H_2O + 3\,O_2 \xrightarrow{\textit{Thiobacillus thiooxidase}} \underset{\text{حامض كبريتيك}}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{\text{كبريتات}}{SO_4^{2-}} + E$$

$$\underset{\text{كبريتيد الهيدروجين}}{H_2S} + 4\,H_2O + O_2 \xrightarrow[\textit{Beggiatoa, Thiothrix}]{\textit{Thiobacillus sp}} \underset{\text{حامض كبريتيك}}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{\text{كبريتات}}{SO_4^{2-}} + E$$

(ج) **بكتيريا الحديد:** تعيش هذه البكتيريا المؤكسدة للحديد Iron bacteria في الماء الغني بمركبات الحديد (مثل مناجم الحديد)، وهي تستطيع أكسدة مركبات الحديدوز Ferrous salts إلى مركبات الحديديك Ferric salts وتستخدم الطاقة الناتجة فى اختزال (تثبيت) ثاني أكسيد الكربون وبناء احتياجاتها الغذائية العضوية.

$$\underset{\text{كربونات الحديد}}{4\,FeCO_3} + O_2 + 6H_2O_4 \xrightarrow[\text{جنس جاليونيللا}]{\textit{Galionella sp.}} \underset{\text{هيدروكسيد الحديديك}}{Fe(OH)_3} + 4\,CO_2 + E$$

ثانياً : البكتيريا غير ذاتية التغذية

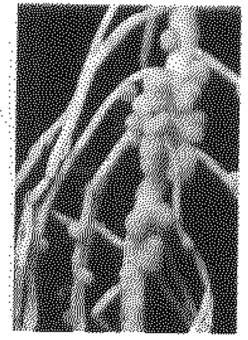
وهى البكتيريا التي لا تستطيع بناء احتياجاتها الغذائية العضوية بنفسها، أي التي لا تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر وحيد للطاقة ولكنها تستخدم مصادر كربونية عضوية كمصدر أساسي للكربون والطاقة، حيث تحصل على الطاقة من أكسدة المواد العضوية.وهذا يخرجها من النمط ذاتية التغذية إلى النمط غير ذاتية التغذية. (عضوية التغذية). وهذه المجموعة من البكتيريا **توجد على الصور التالية:-**

١ - البكتيريا الرمية (المترممة):تعتمد البكتيريا الرمية Saprophytic bacteria على تحليل المواد الغذائية المعقدة للحصول على احتياجاتها الغذائية. وتضم البكتيريا التي تستطيع النمو على المواد العضوية الميتة (غير الحية) كبقايا الكائنات والمواد الغذائية. وتوجد في التربة والماء والهواء والأطعمة وغيرها، ولهذه الأنواع احتياجات غذائية مختلفة عن بعضها البعض، فمنها (١) ما يعيش على المواد العضوية الميتة فقط وتسمى **إجبارية الترمم** Obligate saprophytes، ومنها (٢) الأنواع التي تنمو على المواد العضوية الميتة وعلى الكائنات الحية وعادة لا تسبب أمراض ومنها (٣) ما يستطيع النمو على بيئات تركيبية بسيطة تحتوى على مصدر كربون ومصدر نيتروجين وبعض العناصر المعدنية وتسمى **اختيارية الترمم** Facultative saprophytes.

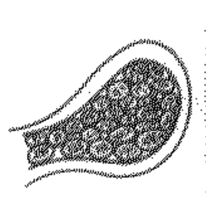
٢- البكتيريا المتطفلة: تعيش البكتيريا المتطفلة Parasitic bacteria على أنسجة حية مثل أنسجة الإنسان والحيوان والنبات، وتسبب ضرراً لعوائلها، وهذه المجموعة يصعب تنميتها على النابت الغذائية التركيبية وتسمى **إجبارية التطفل** Obligate parasites، وهناك بعض الأنواع التي تستطيع المعيشة أيضاً على المواد الميتة وتسمى **اختيارية التطفل** Facultative parasites.

٣- البكتيريا المتكافلة: تعيش البكتيريا المتكافلة Symbiotic bacteria في حالة تبادل منفعة (متكافلة) مع كائن حي آخر، فهي تستمد منه احتياجاتها الغذائية في

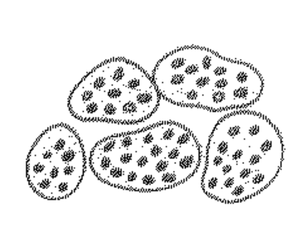
مقابل أن تقوم له بوظيفة مفيدة وهي تثبيت النيتروجين الجوى ويسمى بتثبيت النيتروجين التكافلى مثل بكتيريا العقد الجذرية التابعة لجنس ريزوبيام *Rhizopium* sp. والتي توجد على جذور النباتات البقولية leguminous plants داخل عقد معينة تسمى العقد الجذرية (تحتوى على أعداد وفيرة من البكتيريا)، حيث تغزو أنسجة النبات عن طريق الشعيرات الجذرية (شكل ٢ -٢٨). فالبكتيريا تستمد من النبات احتياجاتها من المواد الكربوهيدراتية، وفى المقابل تقوم البكتيريا بتثبيت النيتروجين الجوى في صورة مواد نيتروجينية عضوية يستفيد منها النبات. كما تلعب هذه الأنواع من البكتيريا دوراً هاماً في خصوبة التربة، حيث أنها تزيد من محتوى التربة النيتروجيني.



جذر نبات بقولى يظهر عليه العقد الجذرية



عقدة جذرية



خلايا بكتيرية داخل العقدة الجذرية



البكتيرويدات

شكل (٢ – ٢٨) تكوين العقد الجذرية بواسطة البكتيريا المتكافلة (ريزوبيام).

هناك نوع آخر من البكتيريا المتكافلة التي تعيش داخل القناة الهضمية لكثير من الحيوانات الثديية، حيث تحصل البكتيريا على غذائها الموجود في القناة الهضمية وفى نفس الوقت تفيد الحيوان بتحليل بعض الجزيئات الغذائية الكبيرة إلى مركبات مفيدة للحيوان، وأحياناً يعتبر البعض هذه العلاقة معايشة Commonsalism.

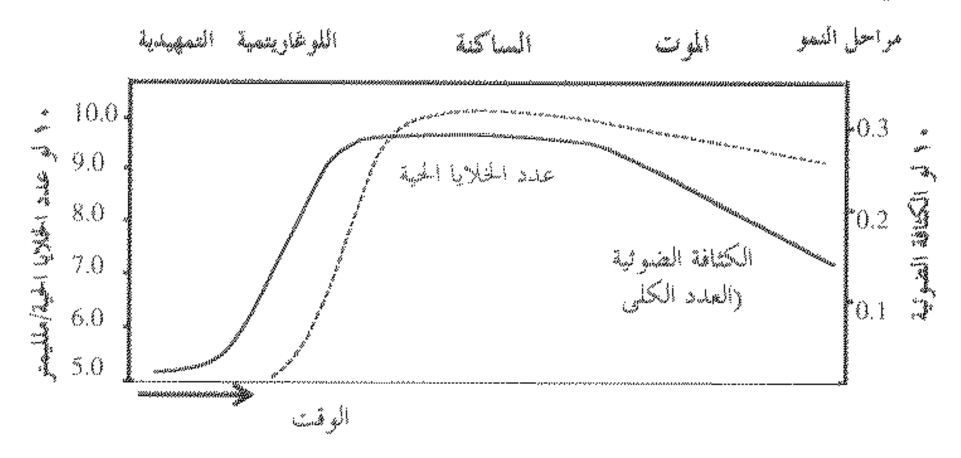
ثانيا : النمو في البكتيريا

النمو Growth هو الزيادة المنتظمة في كمية كل مكونات الخليـــة البكتيريـــة (الكتلة الخلوية Cell mass) سواء كانت للخلية الواحدة أو لمجموع الخلايا المكونـــة. ولا يمكن اعتبار الزيادة في الوزن فقط دليلاً كافيا على النمو (لأنها قد تكون زيادة في المواد المخزنة). كما يعرّف النمو كيميائياً بأنه تحويل المواد التي يحصل عليها الكائن الحي إلى تراكيب خلوية تزيد في حجمه ووزنه وقد ينتج عن هذه الزيادة أن يتضاعف تقريبا حجم الخلية البكتيرية وكمية كل من مكوناتها فتنقسم إلى خليتين بنويتين، والـــزمن الـــذي يفصل بين كل انقسامين يسمى الزمن الجيلي وتبعا لهذا فان نمو البكتيريا يعبر عنه بعدد الخلايا البكتيرية أكثر منه بالزيادة في حجم الخلية.

ويمكن قياس النمو البكتيري إما بالوزن Dry weight hg[ht أو بقياس درجة التعكر ضوئيا على فترات زمنية مختلفة Turbidity للتعرف على معدل النمو. **وطريقـــة الوزن الجاف** أقل دقة من الطريقة الضوئية، فمن المتوقع أن كل زيادة في الوزن تنـــتج عن زيادة في عدد الخلايا إلا أنه في بعض الأحيان يزداد الوزن نتيجة لزيادة كمية المواد المخزنة أو زيادة تكون العلبة وبالتالي يعطى الوزن نتيجة غير دقيقة للنمو. أما **طريقة التعكير** فهي ابسط وأفضل، وأساس هذه الطريقة أنه عند نمو خلايا بكتيرية في وســـط غذائي سائل يزداد عددها زيادة ملحوظة مما ينشأ عنه تعكير في الوسط الغـــذائي نتيجـــة للنمو، وتتوقف درجة التعكير على نوع وعدد الخلايا البكتيرية. ومـــن أهـــم الأجهـــزة المســـتخدمة جهـــاز قيـــاس اللـــون Colorimeter وجهـــاز قيـــاس شـــدة الضـــوء Spectrophotometer. فكلما زادت العكارة زاد تشتت الضوء وبالتالي تقـــل قـــراءة الجهاز ويمكن عمل منحنى مثالي بين قراءة الجهاز وبين عدد مثالي من الخلايا يمكن منه استخراج عدد الخلايا البكتيرية.

منحنى النمو في البكتيريا

منحنى النمو Growth curve هو العلاقة بين الزمن والنمو وتفسير لطريقة نمو البكتيريا. حيث تمر البكتيريا أثناء نموها بمراحل (أطوار) محددة (شكل٢-٢٩) هي كالتالي: -



شكل (٢ – ٢٩). منحنى النمو لمجتمع من البكتيريا، الخط المستمر يعبر عن أعداد الخلايا الحية والخط المتقطع يعبر عن الأعداد الكلية للبكتيريا (بما في ذلك الخلايا الحية والميتة) حيث أن قياس درجة التعكير للمعلق البكتيري تعتمد على كل الخلايا وليس على الخلايا الحية فقط (عن النحال، حمزة محمد ١٩٨٧م بتصرف).

(أ) المرحلة التمهيدية (طور الركود)

فعندما تحقن مزرعة بكتيرية في مستنبت جديد فإن النمو لا يبدأ في الحال، ولكن النمو يبدأ بعد فترة زمنية تسمى المرحلة التمهيدية أو التحضيرية Lag phase ويختلف طولها على حسب عمر الخلايا ونوع المستنبت. فإذا كانت الخلايا منقولة من مزرعة نشطة، في مرحلة النمو اللوغاريتمي من مستنبت مماثل للمستنبت الجديد، فإنه لا يمكن تمييز المرحلة التمهيدية. أما إذا كان المستنبت الجديد أفقر في

عناصره الغذائية من المستنبت الأصلي للمزرعة، فإن الخلايا تحتاج بعض الوقت لبناء بعض المكونات غير المتوفرة في المستنبت الجديد.

(ب) مرحلة النمو اللوغاريتمي

وهو يحدث نتيجة لتضاعف عدد الخلايا بعد كل وقت جيلي، وتحت الظروف المثلى لذا تعرف بمرحلة النمو اللوغاريتمي Exponential phase. تختلف معدلات النمو للبكتيريا المختلفة اختلافاً كبيراً تبعاً للعوامل الوراثية والظروف البيئية. فالبكتيريا بصفة عامة، تتكاثر أسرع من الأحياء الدقيقة ذات النواة الحقيقة، ويكون النمو في المستنبتات الغنية أسرع منه في المستنبتات الفقيرة، حيث يجب على الخلايا في الحالة الأخيرة بناء كثير من المكونات التي يمكنها الحصول عليها مباشرة من الوسط في حالة المستنبتات الغنية. لذا يأخذ المنحنى الشكل المتصاعد خطيا إلى أعلى.

(ج) المرحلة الساكنة (طور الثبات)

وفيها يكون نمو البكتيريا مقيداً بانتهاء العناصر الغذائية من البيئات الطبيعية أو الصناعية، أو يكون مقيداً بتراكم المخلفات الناتجة عن النمو مثل الأحماض العضوية والكحولات وغيرها التي يكون لها تأثير سام أو مثبط للنمو. وكنتيجة لذلك ينخفض معدل النمو إلى أن يتوقف تماماً (لا يوجد زيادة في عدد الخلايا وتظل ثابتة)، وعند ذلك يقال أن المزرعة في حالة سكون أو ثبات Stationary phase. وفترة الانتقال من مرحلة النمو اللوغاريتمي إلى المرحلة الساكنة، تشمل فترة من النمو غير المتزن تُبنى خلالها المكونات الخلوية المختلفة بمعدلات مختلفة، ولذلك فالخلايا في المرحلة الساكنة يختلف تركيبها الكيميائي عن الخلايا في المرحلة اللوغاريتمية. وبصفة عامة فإن الخلايا في المرحلة الساكنة تكون أصغر من الخلايا في المرحلة اللوغاريتمية، كما أنها تكون أكثر مقاومة للظروف غير المناسبة. ويأخذ منحنى النمو شكلا أفقيا نتيجة لأن عدد الخلايا الميتة في الوسط الغذائي يكون مساوي لعدد الخلايا المتكونة تقريبا.

(د) مرحلة الموت (طور تناقص النمو)

وفي هذه المرحلة (مرحلة الموت Death phase) قد لا يلاحظ نقص في العد المجهرى المباشر، ولكن يلاحظ نقص واضح بطيء في عدد الخلايا الحية. وفي بعض الحالات التي يكون الموت فيها مصحوباً بتحلل الخلايا فإنه يلاحظ أيضاً نقص في العد المجهري المباشر أثناء هذه المرحلة. والموت يشبه النمو، فكلاهما يتم بطريقة لوغاريتمية ويختلف معدل الموت باختلاف الوسط، واختلاف البكتيريا نفسها. لذا نجد أن منحنى النمو يأخذ الأتجاة المنحدر بشدة إلى أسفل.

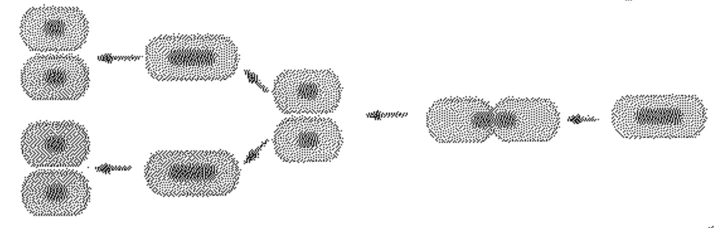
ثالثاً : التكاثر في البكتيريا

التكاثر في البكتيريا Reproduction of bacteria هو إنتاج أفراد جديدة أي الزيادة في عدد الخلايا Cell number، وتمتلك الخلايا الجديدة الناتجة نفس الصفات المميزة للخلايا الأصلية، ومقدرة الخلية على النمو والتكاثر تتوقف على كفاءتها في تجهيز المواد البروتوبلازمية الجديدة من مكونات الوسط الغذائي النامية عليه. **ومن أهم طرق التكاثر في البكتيريا ما يلي:**

١- الانقسام الثنائي البسيط (الانشطار)

تتكاثر البكتيريا أساساً تكاثراً لا جنسياً Asexual reproduction بواسطة الانقسام المباشر (الثنائي البسيط - الانشطار Binary fission (شكل ٢-٣٠))، **ويحدث** (١) باستطالة الخلية البكتيرية الأصلية، ثم يظهر نتوء داخلي (غشاء مزدوج) عند منتصف المحور الطولي للخلية ويمتد إلى منتصف الخلية. (٢) وفي نفس الوقت يحدث انقسام في المادة النووية (الجسم الكروماتيني Chromatin body) إلى جزئين يتجه كل منهما طرف من الخلية، (٣) يمتد النتوء ويكتمل تكوين الجدار الفاصل ليقسم الخلية إلى خليتين متساويتين قد تظلا ملتصقتان أو تنفصلان. يتم هذا الانقسام في الظروف الملائمة بمعدل مرة كل ٢٠ - ٣٠ دقيقة مما يؤدى إلى تكوين أعداد كبيرة في زمن قصير،

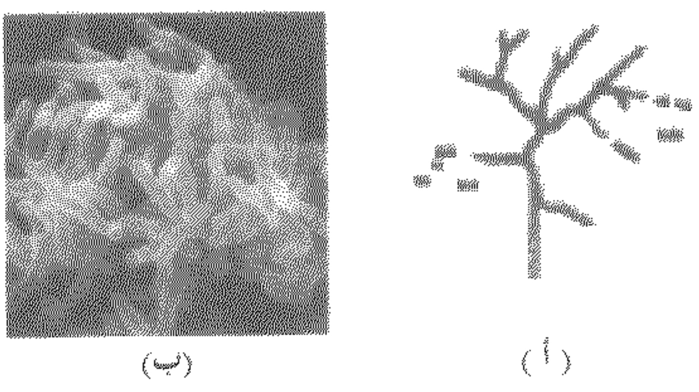
والزمن الذي يفصل بين انقسامين متتاليين يسمى الزمن الجيلي Generation time وهو يختلف حسب النوع البكتيري وحسب الظروف البيئية المختلفة. ولكن المعدل السريع في الانقسام لا يستمر إلا لمدة قصيرة ثم يتوقف نتيجة عدة عوامل منها نفاذ كمية كبيرة من المواد الغذائية اللازمة للنمو، ونفاذ الأكسجين وتغير في تركيز أيون الهيدروجين. هـذا بالإضافة إلى تجمع مواد ضارة (سامة) ناتجة عن نشاط تلك البكتيريا.



شكل (٢-٣٠). خطوات التكاثر في البكتيريا بالانقسام الثنائي البسيط.

٢- التفتيت

يحدث التكاثر بالتفتيت Fragmentation في البكتيريا الخيطية المتفرعة (الأكتينوميسيتات *Actinomycetes*) مثل بكتيريا *Nocardia* حيث يتجزأ الخيط (الفروع) إلى وحدات صغيرة. وعند توفر الظروف المناسبة للنمو، تنمو كل وحدة من هذه الوحدات لتكون خيطا جديداً (شكل ٢-٣١).



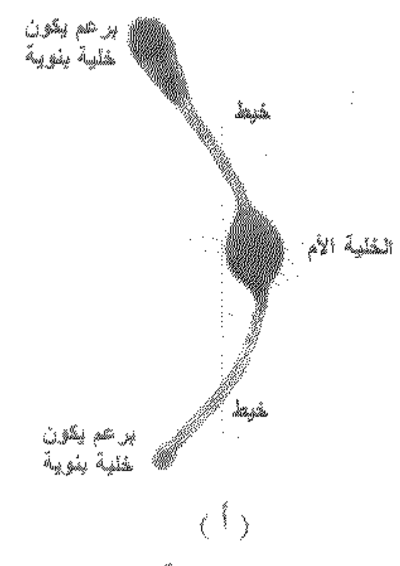
شكل (٢-٣١). تكاثر الأكتينوميسيتات بالتفتيت (أ)، و صورة مجهرية لأحد الأكتينوميسيتات من جنس نوكارديا *Nocardia* (ب).

٣- التبرعم

وفيه يتكون برعم صغير كبروز من طرف الخلية البكتيرية. ويتم ذلك بأن تستطيل الخلية البكتيرية من أحد أطرافها، ثم يتكون جدار عرضي جديد قرب هذه القمة النامية وهذا الجدار الجديد يتكون نتيجة للنشاط الإفرازي للغشاء البروتوبلازمي ثم يبطن الجدار الخلوي الجديد من الجانبين بطبقة من الغشاء السيتوبلازمي، ويشبه الجزء الجديد المنفصل قمة نامية ويعد البعض هذه الطريقة مشابهة للتبرعم الذي يحدث في فطرة الخميرة. ويتمثل التكاثر بالتبرعم Budding في بعض خلايا البكتيريا السالبة لصبغة جرام، وكذلك بكتيريا جنس هيفوميكروبيام *Hyphomicrobium* (شكل ٢-٣٢).



(ب)



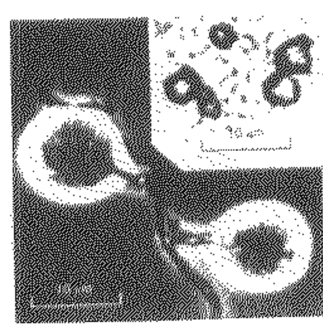
(أ)

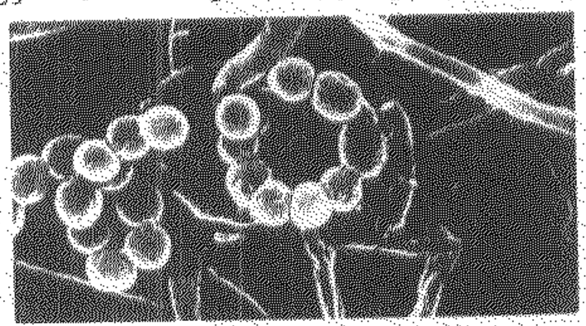
شكل (٢-٣٢). الخلية البكتيرية المتبرعمة (أ)، صورة مجهرية لبعض الخلايا البكتيرية المتبرعمة من جنس هيفوميكروبيام *Hyphomicrobium*. (عن الترك، إدريس مسير وآخرون ٢٠٠٢ بتصرف)

٤- الجراثيم الكونيدية

التكاثر بالجراثيم وسيلة تكاثر في البكتيريا الخيطية (الأكتينوميسيتات)، وهي سلسلة من الجراثيم الكونيدية Conidial spores تكون محمولة على حامل

جرثومي (كما في بكتيريا جنس ستربتوميسيس *Streptomyces* (شكل ٢-٣٣) ، وتكون ناتجة من انقسام أطراف الخيوط، وتنفصل الجراثيم الكونيدية الناضجة الموجودة في نهاية السلسلة وتنمو عند توفر الظروف المناسبة لتعطي خيط جديد. وقد تتواجد الجراثيم داخل حوافظ جرثومية (مثل بكتيريا *Actinoplanes*)، وقد تكون الجراثيم ذات أسواط ومتحركة (مثل بكتيريا جنس *Streptosporangium*). وهذه الأنواع من الجراثيم تقاوم الجفاف ولا تقاوم درجات الحرارة المرتفعة. والتجرثم في الأكتينوميسيتات يعتبر عملية تكاثر، أما في غير ذلك من البكتيريا (مثل جنس *Bacillus*, و *Clostidium*) تعد الجرثومة البكتيرية طورا من أطوار الخلية تواجة به الخلية الظروف الغير مناسبة.





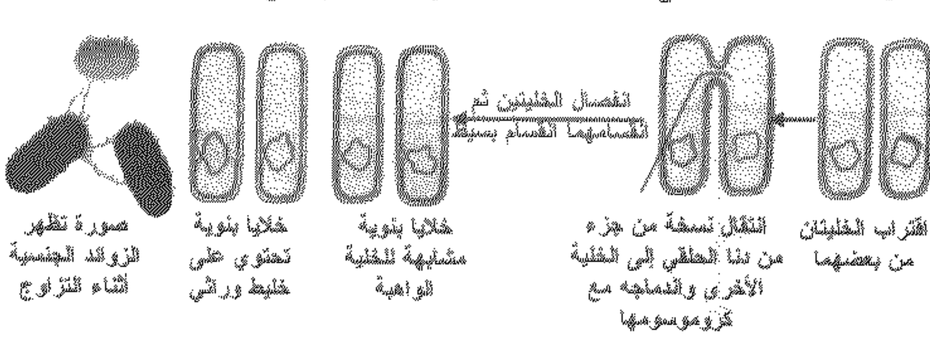
شكل (٢-٣٣). التكاثر في البكتيريا بتكوين جراثيم، (أ) صورة مجهرية لبكتيرة من جنس *Streptomyces* حيث تتواجد جراثيم كونيدية على شكل سلسلة حلزونية على نهاية الخيط البكتيري، (ب) تركيب بكتيرة من جنس *Actinoplanes* حيث تتواجد جراثيم داخل حوافظ جرثومية.

(٥) التزاوج البكتيري (التكاثر الجنسي)

وهو يعرف بالاقتران البكتيري Bacterial conjugation. والتزاوج في البكتيريا في حد ذاته ليس عملية تكاثر وذلك لأن هذه العملية لا تودى إلى زيادة في

عدد الأفراد البكتيرية وإنما طريقة لتغيير التركيب الجيني في البكتيريا،وهو يكسب الخلية المستقبلة بعض الصفات الوراثية الجديد.

والتزاوج Conjugation يحدث في أنواع مختلفة عديدة من البكتيريا، ولكنه يعرف بصورة جيدة في البكتيريا المعوية أشريشيا كولاى *Escherichia coli* والتي لوحظ بواسطة العالمين ليدربرج وتاتوم (Lederberg and Tatum 1946) . وأثناء عملية التزاوج بين خليتان بكتيريتان تُكون أحدهما أنبوبة تزاوج تؤدى إلى الخلية الأخرى. وتعتبر الخلية المكونة للأنبوبة Tube forming cell خلية ذكرية واهبة Male- donor cell وتنقل جزءاً من مادتها الوراثية (الجينوم البكتيري) وليست كلها في اتجاه واحد إلى الخلية الأنثوية المستقبلة Female recipient cell ، فليس هناك تبادل توافقي mutual exchange للمادة الوراثية بين الخلايا وإنما فقط انتقال من الخلية الذكرية الواهبة إلى الخلية الأنثوية المستقبلة. وتبعاً لذلك تحتوى الخلية المستقبلة عقب التزاوج على جينات مزدوجة لعدة صفات وتُظهر الأجيال من الخلايا الناتجة عن هذه الخلية في أغلب الأحيان تجمعات لخصائص كلتا الخليتين المانحة والمستقبلة (شكل ٢-٣٤).



شكل (٢-٣٤). خطوات التزاوج البكتيري عن طريق الزوائد الجنسية.

(٦) التحول البكتيري (النقل المباشر) والانتقال

النقل المباشر وفيه ينتقل جزء من الحامض النووي دنا (جزء من الكروموسوم البكتيري قد يحتوى على جين واحد) كشظية من إحدى الخلايا

البكتيرية إلى خلية أخرى دون تكوين منفذ مباشر بينهما ودون أن ينقلها وسيط، ثم تندمج قطعة دنا داخل الكروموسوم البكتيري للخلية المستقبلة في نفس الموضع المقابل لموضعها في الخلية الواهبة، ولا يحدث هذا النوع من النقل المباشر إلا بين سلالات النوع الواحد.

أما **عملية الانتقال** Transformation : فإن الحامض النووي دنا يتحرر من خلايا سلالة بكتيرية ويتسرب إلى الوسط الغذائي ثم يدخل مباشرة الخلايا الحية للسلالة الأخرى ومن بين ذرية السلالة تظهر بعض الأفراد التي تكون قد ورثت الصفات الأولى.

فعند زرع سلالة من بكتيريا الالتهاب الرئوي (لا تُكَوِن علبة - غلاف Capsule) في وسط غذائي يحتوي على مستخلص خلايا ميتة لسلالة أخرى لبكتيريا الالتهاب الرئوي (تكون علبة) وفي نهاية فترة التحضين زرعت البكتيريا على وسط غذائي صلب وجد أن من البكتيريا الناتجة أنواع تكون عُلَبْ. وفسر ذلك بأن جزءاً من الحامض النووي دنا المعلق في الوسط الغذائي قد دخل بعض خلايا النوع الأول وأصبح جزء من تركيبها الجيني وبذا ظهرت هذه الصفة في الخلايا الجديدة الناتجة

(٧) الإستنقال (النقل عبر الفيروسات)

تنتقل شظية من الحامض النووي دنا من خلية بكتيرية إلى أخرى بواسطة عامل ناقل حامل يعرف بالفيروس البكتيري الذي يتطفل على خلايا البكتيريا.

التوصيل (النقل الفاجي) Transduction : فتشترك فيها الفيروسات البكتيرية (بكتيريوفاج Bacteriophage) إذ عندما يقوم فيروس بإصابة سلالة معينة من البكتيريا فإنه قد يمتص دنا (يلتصق مع دنا البكتيري) من خلايا هذه السلالة. وعندما يقوم نفس الفيروس بإصابة خلايا بكتيرية من سلالة ثانية فإنه ينقل دنا إلى هذه الخلايا، وتبعاً لذلك فإن بعض ذرية السلالة الثانية سيظهر صفات الذرية الأولى.

الفصل السابع

بعض المجاميع البكتيرية وخصائصها

تتباين البكتيريا فيما بينها من حيث الشكل الظاهري والتراكيب التشريحية والتراكيب الوراثية. ومن حيث القدرة على الحركة وطبيعتها (إن وجدت) والقابلية للاصطباغ بالأصباغ المختلفة. ومن حيث القدرة على التجرثم، وأنماط التكاثر، والمعيشة والنمو. ومن حيث الخصائص المزرعية والبيوكيميائية، وفسيولوجيا بناء وهدم المواد الغذائية، ومن حيث المقدرة على إحداث بعض الأمراض للكائنات الحية، والمقاومة لبعض الكيماويات (كالمطهرات والمضادات الحيوية). وكذلك من حيث أهمية منتجاتها في المجالات التطبيقية المختلفة. لذلك بذلت العديد من المحاولات لتقسيم البكتيريا إلى مجاميع مختلفة وكان اشهرها تلك الواردة بنشرات برجي Bergey's، الصادرة في الفترة من ١٩٧٤-١٩٨٩م، والأقسام البكتيرية الواردة بهذه النشرات تم حصرها في ٣٣ قسما. **وسوف نتناول بالشرح بعض المجاميع الهامة، ومنها مايلي:**

١- الأكتينوميسيات (البكتيريا الخيطية):

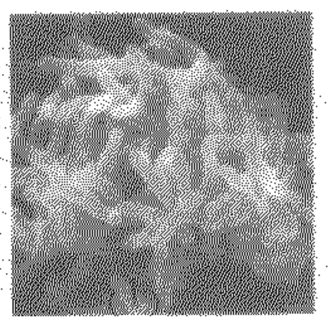
تعتبر الأكتينوميسيتات *Actinomycetes* (البكتيريا الخيطية Filamentousbacteria) من أرقى أنواع البكتيريا وهي حلقة اتصال بين مجموعة البكتيريا وحيدة الخلية والفطريات الحقيقية. وكانت تضم خطأ تحت اسم الفطريات الشعاعية Ray Fungi، وذلك للتشابه الكبير في النمو والشكل الظاهري بينها وبين الفطريات الحقيقية. وقد ضمت إلى طائفة البكتيريا الحقيقة. وهي تحتل مرتبة وسطية بين البكتيريا الحقيقة والفطريات

فهي تشبه البكتيريا الحقيقة في النواة البدائية، وهي موجبة لصبغة الجرام، ولأنها تصاب بفيروسات بكتيرية، بالإضافة إلى أنها تتأثر بالمضادات الحيوية التي تؤثر على البكتيريا ولا تتأثر بتلك التي تؤثر على الفطريات. ويتكون الجدار من نفس مادة جدار الأنواع الأخرى من البكتيريا (الجلوكوببتيدات وحمض الميوراميك). وتشبه الفطريات في أن الجسم الخضري يتركب من خيط متفرع يشبه

خيوط الفطريات ولكنه غير مقسم ورفيع مقارنة بالخيوط الفطرية (شكل ٢-٣٥)، كما أن بعضها يتكاثر لا جنسياً (مثل الفطريات) بتكوين سلسلة من الجراثيم الكونيدية عند أطراف الخيط عن طريق تكوين حواجز عرضية، (ولكن الخيوط والجراثيم ذات أقطار صغيرة حوالي ١ ميكرون).

تنتشر الأكتينوميسيتات في الماء والهواء والتربة، وفي بعض الأحيان تتواجد داخل أجساد الكائنات الحية. وهي غير ذاتية التغذية الكيميائية فمعظمها يعيش مترمم وهناك أنواع متطفلة وأنواع أخرى تتكافل مع النباتات الزهرية. وهي لا تكون جراثيم داخلية.

وتعتبر الأكتينوميسيتات والبكتيريا القريبة منها ذات أهمية خاصة من الناحية الطبية، ومن الناحية الاقتصادية أيضا. وأهم أجناس هذه المجموعة بكتيريا جنس نوكارديا *Nocardia* sp، وبكتيريا جنس اكتينوميسيس *Actinomyces*. بكتيريا جنس ستربتوميسيس *Streptomyces* sp (شكل ٢ - ٣٥).





شكل (٢- ٣٥). بكتيرية من جنس أكتينوميسيس (بكتيريا خيطية متفرعة)(أ)، وبكتيرة من جنس ستربتوميسس تحمل جراثيم كونيدية (ب).

٣- الريكتسيات

الريكتسيات *Rickettsia* هي مجموعة من الأحياء الدقيقة وحيدة الخلية، متناهية في الصغر (تبدو مظهرياً كالبكتيريا الصغيرة) وإجبارية التطفل داخل الخلية الحية. وأول من أماط اللثام عن وجودها هو العالم هاوارد تايلر ريكتس (Haward Taylor Ricketts) عام ١٩٠٩م، حيث لاحظ وجود هذه الكائنات عندما فحص مجهرياً دم مرضى مصابين

بالحمى المنقطة للجبل الصخري "حمى جبال روكى Rochy Mountain spotted fever"، وقد شاهدها أيضاً ريكتس وولدر (Ricketts & wilder) عام ١٩١٠م في دم الإنسان المصاب بالتيفوس وفي دم قمل متغذ على بعض المصابين وقد مات العالمان مصابان أثناء بحوثهما على مرض التيفوس. وقد سميت باسم العالم رايكتس تخليداً لذكراه.

الصفات العامة للريكتسيات

١- الريكتسيات كائنات خلوية وسط بين الفيروسات والبكتيريا (جدول ٢-٣)، فهي تشبه الفيروسات في دقة أحجامها، وقدرة بعض أصنافها على النفاذ خلال المرشحات البكتيرية، وأنها تعيش عادة داخل الخلايا الحية (إجبارية التطفل). وتشبه البكتيريا في احتواء جدارها الخلوي على حامض الميراميك، كما يحتوى سيتوبلازمها على أحماض نووية وعدة إنزيمات، و تتكاثر بالانشقاق كالبكتيريا.

٢- كائنات عديدة التشكل فهي إما عصوية أو كروية أو ذات شكل غير منتظم وتركيبها مشابه لتركيب البكتيريا.وكل خلاياها سالبة لصبغة الجرام .

٣- قدرتها على النمو في القناة الهضمية لبعض الحشرات الماصة للدماء كالقمل والقراد والبراغيث وتسبب للإنسان مرض التيفوس الذي يسببه *Rickettsia prowazekii* ومرض حمى جبال روكي ويسببه *R. rickettsii*.

٤- تتميز خلاياها بوجود الجدار الخلوي الذي يتكون من الجلوكوببتيدات Peptidoglycan وأحياناً توجد العلبة ولا تستطيع تكوين جراثيم داخلية

٥- تتكاثر بالانشطار مثلها في ذلك مثل البكتيريا، ولكنها تفتقر إلى أعضاء حركة.

٦- تتأثر بالمضادات الحيوية مثل حيث تؤدى إلى تثبيط نموها، كما أنها تتأثر بالمطهرات المختلفة والجفاف وكذلك الحرارة المرتفعة.

على الرغم من أن الريكتسيات تشبه الفيروسات في بعض الصفات إلا أنها تختلف عنها في **الصفتين التاليتين:**

(أ) الريكتسيات يمكن اصطباغها والتعرف عليها تحت المجهر الضوئي العادي، أما الحبيبات الفيروسية فلا يمكن دراستها إلا باستخدام المجهر الإلكتروني.

(ب) تظهر الريكتسيات أنشطة أيضية مستقلة ، بينما تكون الفيروسات خامدة أيضيا إلا داخل ما تتطفل عليه من خلايا حية لعوائلها.

٣- الميكوبلازمات

اكتشفت الميكوبلازمات Mycoplasmas عام ١٨٩٨م بواسطة العالمين الفرنسيين نوكارد وروكس Nocard & Rauex حينما تم التعرف على مسبب مرض ذات الجنب والرئة البليرونيمونيا *Pleuropneumonia* بالماشية حيث تم عزله وتنميته على الأوساط الغذائية، وبذلك استبعد أن يكون المسبب فيروسا كما كان يعتقد. وبسبب ما تنفرد به "الميكوبلازمات" من مميزات فقد صنفت تحت رتبة منفصلة من البكتيريا تعرف برتبة "الميكوبلازمات Order Mycoplasmatales" وتحتوي على جنس ميكوبلازما *Mycoplasmas* وجنس أكوليبلازما *Acholeplasma*.

الصفات العامة للميكوبلازمات

١- الميكوبلازمات طرز خاصة من الحياة الميكروبية متناهية في الصغر، وهي كتلة بروتوبلازمية متعددة الأشكال، وتشغل موقعاً وسطاً بين الفيروسات والريكتسيات من جهة وبينها وبين البكتيريا من جهة أخرى (جدول ٢ - ٣).

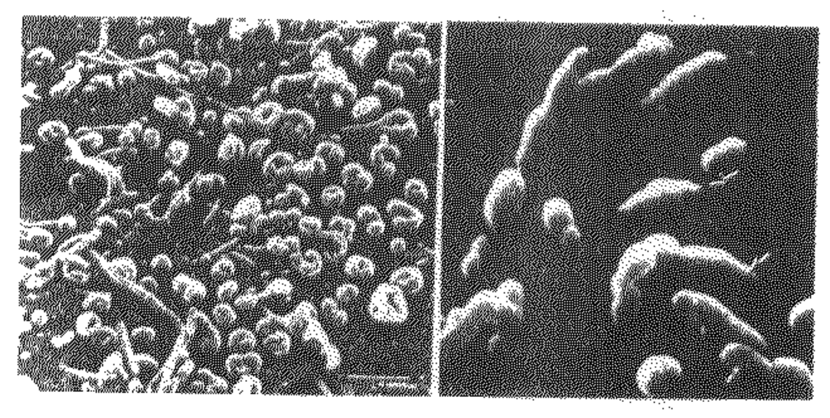
٢- تشبه الفيروسات من حيث دقة أحجامها وعدم اكتمال تعضيها وقدرتها على النفاذ خلال المرشحات البكتيرية، وتعتبر أصغر الكائنات الخلوية المعروفة. تستطيع الميكوبلازمات الاعتماد على نفسها بعيداً عن خلايا أخرى حية، ومن ثم فهي تختلف عن الفيروسات من حيث قدرتها على النمو والتكاثر داخل منابت مزرعية عادية.

٣- وإذا كانت كل حبيبة فيروسية تحتوي على ما تحتويه الخلية الحية من بروتينات وأحماض نووية في صورة بدائية غير متعضية وغير خلوية، فإن تعض الميكوبلازمات لم تبلغ بعد المثالية كما هو الحال في البكتيريا الحقيقية، إذ أنها خلوية ولكن تفتقر خلاياها إلى جدر خلوية محددة ومتماسكة، حيث يحيط بكل خلية غشاء رقيق مرن يبدو كغشاء خلوي شبه منفذ ، ومن ثم تتحول الخلية وتتشوه إلى كتلة بالغة الضآلة متباينة الأشكال. كما أنها لا تحتوي على نواة مميزة

وتحتوي على ريبوسومات والحامض النووي . ولها دورة حياة منتظمة تمـر بهـا خلاياها من خلال أطوار مورفولوجية مختلفة .

٤- وتتكاثر الميكوبلازمات بطريقتين هما التجزؤ (التفتيت) حيث يتفتت الخيط أو الأشكال العصوية إلى وحدات صغيرة ودقيقة الحجم، أو عن طريق الوحـدات المبدئية Elementary units التي تحاط بأغشية.

٥- معظم الميكوبلازمات تكون هوائية Aerobes المعيشة أو اختيارية المعيشة اللاهوائية والخلايا ذات أشكال متباينة مظهرياً Pleomorphic (شكل ٢- ٣٦)، حيث تتواجد أحياناً على هيئة خيوط وبذلك تشبه الفطريات الخيطية.



شكل (٢ – ٣٦). شكل بكتيريا من جنس ميكوبلازما المتباينة المظهر.

٦- الميكوبلازمات تسبب أمراضا مميتة لكل من الإنسان والحيوان والبعض يسـبب أمراضاً نباتية. فمن الأمراض التي تسببها للإنسان التهاب المفاصـل، والتـهاب الجهاز التنفسي وكذلك العقم الجنسي. ومن الأمراض التي تسببها للحيوان مرض ذات الرئة الذي يصيب الأبقار والأغنام والماعز. ومن الأمراض التي تسببها للنبات ابيضاض أوراق قصب السكر، اصفرار وذبول أوراق البنجر، تقزم نباتات الذرة.

٧- والميكوبلازمات حساسة للمضادات الحيوية من مجموعـة التتراسـيكلين ولا تتأثر بالبنسلين.

جدول (٢ – ٣). مقارنة بين البكتريا والرايكتسيات والميكوبلازمات والفيروسات.

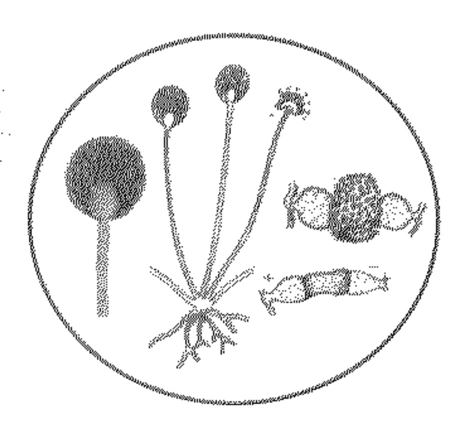
الكائن أو الفيروس	الشكل	الحجم (بالميكرون)	المميزات الرئيسية (البعض)	الدلالة التطبيقية
البكتريا	عصوية كروية حلزونية خيطية (وتكون خلوية)	٠,٥ — ٥٠	كائنات خلوية اختيارية التطفل غالبيتها متحركة، وحيدة الخلية تنمو على منابت صناعية، تتكاثر لاجنسياً بالانشطار الثنائي.	البعض منها: مسبب لأمراض، ذي فائدة صناعية، ينتج مضادات حيوية، يزيد خصوبة التربة.
الرايكتسيات	عصوية كروية كروية ثنائية سبحية (وتكون خلوية)	٠,١ — ٠,٦	كائنات خلوية إجبارية التطفل، تنقلها المفصليات إلى الإنسان، ولا تنمو إلا على أنسجة حية. بعضها ينفذ خلال المرشحات البكتيرية.	تسبب أمراضاً للإنسان، وتقضي فترة دورة حياتها على ناقل عائلي مفصلي.
الميكوبلازمات	كتلة بروتوبلازمية متعددة الأشكال.	٠,١ — ٠,١٥	اختيارية التطفل، خلوية، أشكالها غير ثابتة، تكاثرها شاذ، تنمو على البيئات الطبيعية، تنفذ من خلال المرشحات البكتيرية.	بعضها يسبب أمراض والبعض الآخر مترمم، مقاومة للبنسلين
الفيروسات	أجسام دخيلة (غير خلوية)	٠,٠١ — ٠,٣	موجودات غير خلوية إجبارية التطفل تعيش داخل خلايا عوائلها ولا تنمو إلا على خلايا حية، تنفذ خلال المرشحات البكتيرية.	تسبب أمراضاً لكل من: النباتات، الحيوانات والإنسان، البكتريا، والبكتريا الخيطية.

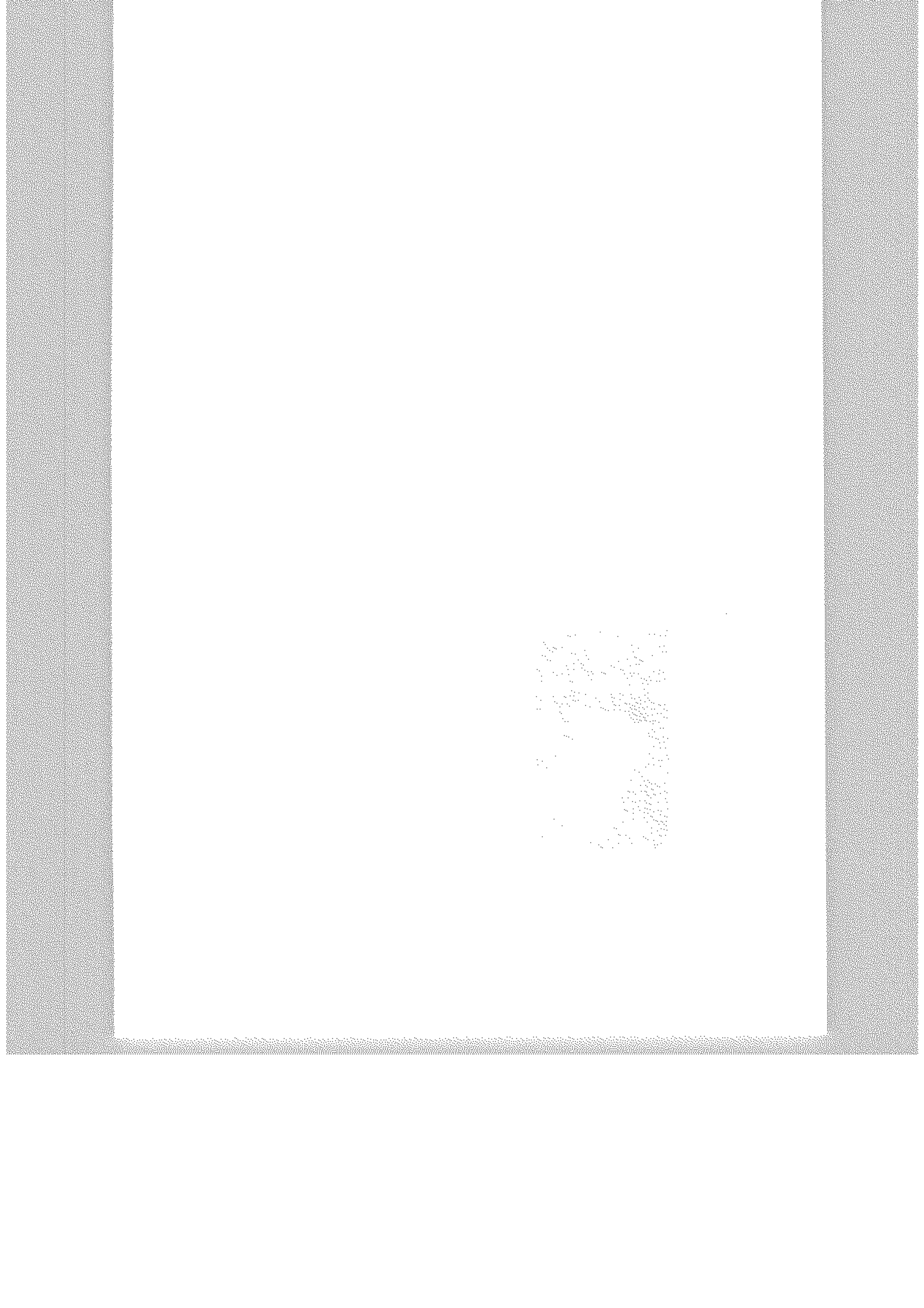
الباب الثالث

مملكة الفطريات

- الفصل الأول : أساسيات دراسة الفطريات
- الفصل الثاني :أولا قسم الفطريات العارية(الهلامية–اللزجة).
- الفصل الثالث :ثانيا: قسم الفطريات السوطية.
- الفصل الرابع : ثالثا: قسم الفطريات اللاسوطية

  طائفة الفطريات الزيجوتية
- الفصل الخامس: طائفة الفطريات الزقية (الكيسية).
- الفصل السادس: طائفة الفطريات البازيدية
- الفصل السابع: طائفة الفطريات الناقصة.
- الفصل الثامن: الأشنـات



الفصل الأول

أساسيات دراسة الفطريات

صفاتها- أهميتها- أسس تقسيمها

لقد احتلت الفطريات كمجموعة من الكائنات الهامة الأصيلة على مدى السنين والأعوام مكاناً متميزاً خاصاً بالنسبة للإنسان. ولطالما جذبت اهتمامه كوسائط لأضرار كبيرة وفوائد جمة على السواء. وعلم الفطريات Mycology كلمة إغريقية تتكون من مقطعين : ميكوس Mykes بمعنى فطرة، ولوجس Logos بمعنى علم. والفطريات Fungi كلمة لاتينية تعني عيش الغراب، وهي مجموعة متباينة إلى حد كبير من الكائنات النباتية حقيقية الأنوية والتي تتباين فيما بينها من حيث صفاتها التركيبية وطرق التكاثر وطبيعة معيشتها. والفطريات غير متحركة، لا تحتوي على بلاستيدات خضراء، معظمها عديد الخلايا، ومنها ما هو وحيد الخلية. وتنتشر الفطريات في الطبيعة انتشاراً واسعاً في الهواء وفي التربة بالإضافة إلى أنواع قليلة منها تعيش في الماء العذب والمالح.

الصفات العامة للفطريات

١ - طبيعة الفطريات Nature of fungi

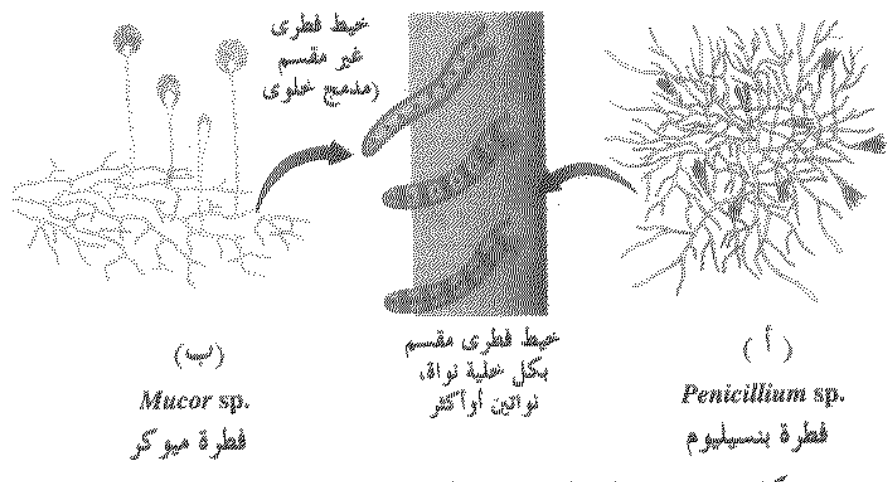
نباتات ثالوسية (ولو أن القليل منها يكون في صورة بلازموديم Plasmodium)، وتشكل مجموعة كبيرة من الكائنات الحية حقيقية النواة Eukaryotes وهي تتبع مملكة خاصة بها يطلق عليها مملكة الفطريات Mycota، وهي تختلف عن النباتات الراقية في عدم احتوائها على بلاستيدات خضراء، وتختلف عن الكائنات الحيوانية في احتوائها على خلايا ذات جدر خلوية محددة. كما تختلف عن البكتيريا في أنها أكبر حجماً وتكون عديدة الخلايا وبها أنوية وأجسام خلوية أخرى.

٢ - البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

تنتشر الفطريات انتشاراً واسعاً في الطبيعة، حيث تضم أكثر من ١٠٠ ألف نوع، ويزداد هذا الرقم باستمرار، وتوجد في كل مكان تتوفر فيه المواد العضوية، فهي تنمو بغزارة في الظلام والضوء الضعيف وخاصة في البيئات الرطبة، وتوجد في المناطق الحارة والمعتدلة والباردة، وكذلك فهي منتشرة في الهواء والتربة وتعيش قلة منها في مياه البحار والأنهار والبرك. وبعض الفطريات تعيش على الإنسان والنباتات والحيوانات الحية مسببة لها أمراضاً فطرية Mycoses.

٣ - التركيب الخضري (الجسدي) Somatic or Vegetative phase

تشبه الفطريات الطحالب من حيث تركيبها الخضري، فقد يتركب جسمها من خلية واحدة، أو كبيرة عديدة الخلايا حيث يتكون من أنابيب رفيعة جداً يسمى كل منها خيطاً فطرياً Hyphae قد يكون مقسماً إلى عدد من الخلايا الفطرية التي تفصلها حواجز عرضية تسمى Septa وهذه الخلايا إما أن تكون وحيدة النواة أو ثنائية أو عديد الأنوية، أوقد يكون الخيط الفطري غير مقسم إلى خلايا أي عدم الحواجز (شكل ٣-١) ويطلق عليه مدمج خلوي Ceonocytic. وتستخدم هذه الصفة للتمييز

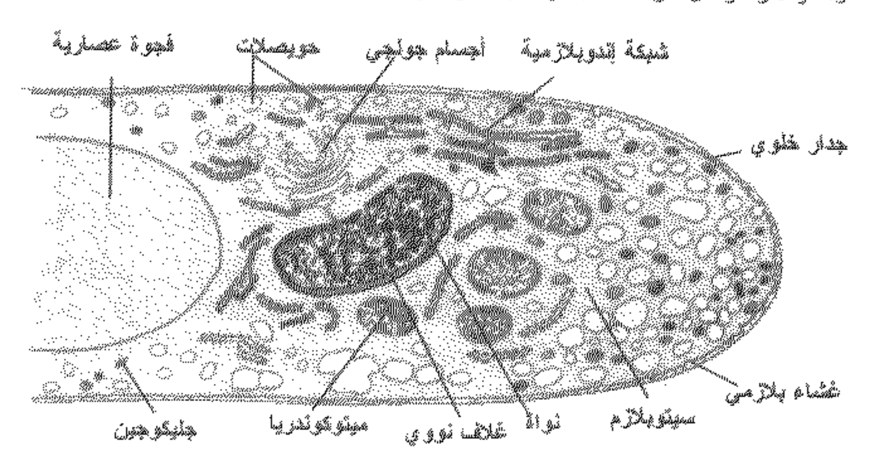


شكل (٣-١). الخيوط الفطرية المقسمة والخيوط الغير مقسمة.

بين المجموعات المختلفة. تنمو الخيوط أو الهيفات الفطرية وتتفرع وتتشابك معاً لتكون غزلاً فطرياً يرى بالعين المجردة يسمى الغزل الفطري Mycelium، ولهذه الخيوط الأنبوبية جدر خلوية تحتوى على السليلوز أو الكيتين أو تجمع بينهما.

٤. الجدار الخلوي Cell wall

جدار الخيط الفطري (أو الخلية الفطرية) في معظم أنواع الأجناس الفطرية يكون صلب Rigid ويتركب كيميائياً من الكيتين Chitin الذي يتركب من عديد من أستيل جلوكوز أمين Acetylglucosamine والسليلوز Cellulose ، والجلوكان Glucan غير الذائب. وقد وجد أيضا الكالوس Callose (مادة كربوهيدراتية معقدة التركيب تشبة اللجنين. يبطن الجدار الخلوي غشاء بلازمي يحيط بسيتوبلازم الخلية، وينغمس في السيتوبلازم فجوة عصارية وميتوكوندريا وشبكة إندوبلازمية وريبوسومات وجليكوجين. (شكل ٣-٢).



شكل (٣-٢). تركيب الخيط الفطري. (عن Clegg& Mackean 2000)

٥. الغذاء المختزن Storage food

تختزن الفطريات الغذاء الفائض عن حاجتها والتي تحصل عليه بالطرق الغذائية المختلفة، على هيئة جليكوجين (نشا حيواني (شكل ٣-٢)). كما يوجد بالخلية أيضاً سكر تريهالوز Trehalose كما يتواجد بعض الأحماض العضوية والزيوت.

٦. التغذية وطرق المعيشة : Mode of living and Nutrition

تختلف الفطريات في طريقة تغذيتها عن الطحالب والنباتات الراقية اختلافاً جوهرياً. فهي تفتقر إلى وجود الكلوروفيل الذي يلزم لعملية البناء الضوئي وتكوين المواد الكربوهيدراتية من ثاني أكسيد الكربون والماء، ولذلك فهي غير ذاتية التغذية Heterotrophic أي تعتمد على غيرها في تجهيز غذائها العضوي. وتقوم الفطريات بامتصاص غذائها من الوسط بواسطة إفرازها مجموعة من الإنزيمات الخارجية التي تعمل على تحليل المواد الغذائية المعقدة إلى مواد بسيطة يسهل امتصاصها من خلال الغشاء الخلوي لخلاياها. **وتقسم الفطريات بالنسبة لمصادر غذائها (نمط معيشتها) إلى الآتي:**

١ ـ الفطريات المتطفلة Parasitic Fungi

وهي التي تستمد غذائها من الخلايا الحية للإنسان أو الحيوان أو النبات أو الحشرات. وتستمد غذائها عن طريق ممصات تخترق خلايا العائل. والفطريات المتطفلة قد تكون ضارة (إجبارية التطفل Obligate parasite)، حيث تتلف أنسجة العائل أو تقتله (نتيجة إفرازها مواد سامة). وقد تكون اختيارية التطفل Facultative parasites تعيش على العائل دون أن تسبب ضرر يذكر .

٢ ـ الفطريات المترممة Saprophytic fungi

وهي الفطريات التي تعتمد على المواد العضوية المعقدة التركيب سواء بقايا حيوانية أو نباتية فتحولها بواسطة الإنزيمات التي تفرزها إلى عناصر ومركبات بسيطة تقوم بامتصاصها وهي نوعين هما: إجبارية الترمم Obligate saprophytic أو اختيارية الترمم Facultative saprophytic.

٣ ـ الفطريات المتكافلة Symbiotic fungi

وهي فطريات تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة مع كائنات حية أخرى كبعض الطحالب مكونة ما يعرف بالأشنات Lichnes، أو مع جذور النباتات الراقية مكونة ما يعرف بالميكوريزا (الجذر فطريات Mycorrhiza).

٧. الخصائص التكاثرية Reproductive characteristics

يحدث التكاثر في الفطريات عن طريق تكوين الجراثيم Spores. والفطر يكون أثناء دورة حياته نوع واحد أو أكثر من الجراثيم. وقد تتحول الجرثومة العادية إلى جرثومة ساكنة Resting spore مقاومة للظروف البيئية القاسية، والجزء من جسم الفطر الذي يكون جراثيم لا جنسية يعرف بالطور اللاجنسي أو الطور الناقص Imperfect stage، ويعرف الجزء من الفطر الذي يكون جراثيم من خلال عملية جنسية بالطور الجنسي أو الطور التام Perfect stage. ولذلك توصف دورة حياة الفطر بأنها كاملة عندما تشتمل علي طور ناقص وطور تام. **وتتلخص طرق تكاثر الفطريات فيما يلي :**

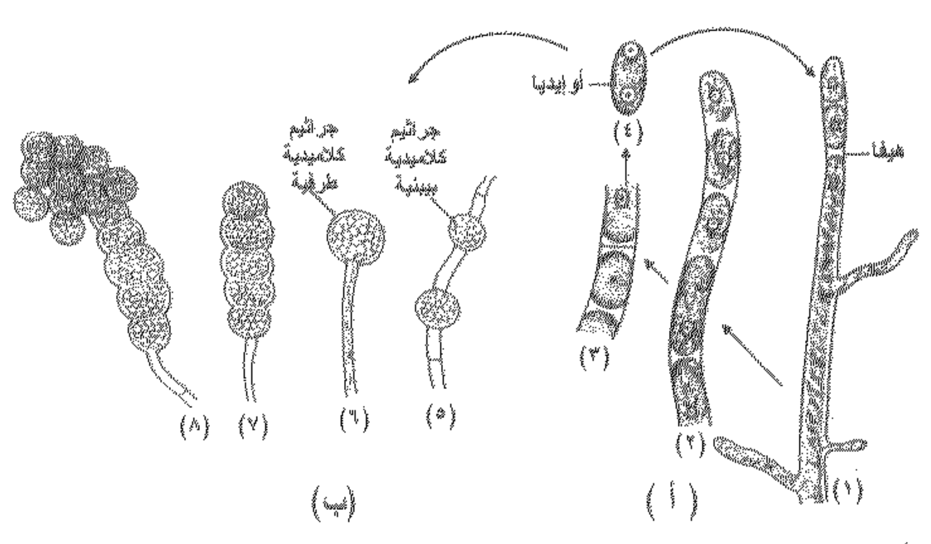
أولاً : التكاثر الخضري Vegetative reproduction

يتم التكاثر الخضري في بعدة طرق هي:

(١) **التفتت Fragmentation** : وفيه يتجزأ (يتفتت) جسم الفطر إلى أجزاء تنمو مكونة غزلا فطريا إذا هيأت لها الظروف المناسبة .

(٢) **بتكوين الأوايديا Oidia** : حيث ينقسم الخيط الفطري بجدر عرضية Cross walls، أو التخصر الجزئي بين الخلايا لتكون قطعة صغيرة تعرف بالأوايسديا Oidim، أو الجراثيم المفصلية Arthrospores، تستدير هذه القطع ثم تنفصل بعضها عن بعض، وتسلك كل قطعة مسلك جرثومة وتنبت كل واحدة منها مكونة خيطاً فطريا جديداً (شكل ٣-٣).

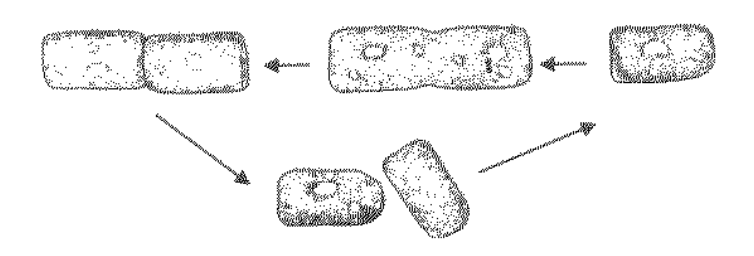
(٣) **التكاثر بتكوين الجراثيم الكلاميدية Chalamydospores** : إذا أحيطت الأوايدات بجدار سميك قبل الانفصال عن بعضها تسمى بالجراثيم الكلاميدية وحيدة الخلية وقد توجد في سلاسل، وقد تكون طرفية أوبين خلوية (شكل ٣-٣). وعندما تتحسن الظروف البيئية تنبت الجرثومة وتكون خيطاً فطرياً جديداً.



شكل (٣-٣). التكاثر في الفطريات بتكوين الأوإيديا (أ)، والجراثيم الكلاميدية (ب)

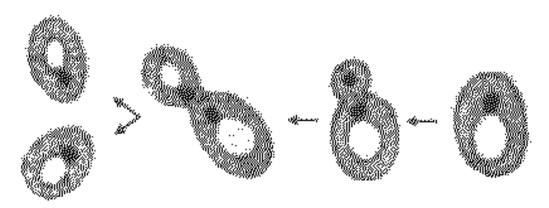
ثانيا : التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

(١) الانقسام الثنائي البسيط (الانشقاق) Fission: ويحدث في بعض الفطريات وحيدة الخلية مثل (الخميرة) وفيه تستطيل الخلية الأم والنواة نتيجة لاختناق السيتوبلازم قرب منتصف الخلية. ثم يحدث اختناق في جدار الخلية المحيط بالسيتوبلازم وبتعمق الاختناق ينقسم السيتوبلازم والنواة وتتكون خليتين بنويتين (شكل ٣-٤). تنمو كل خلية بنوية في الحجم مكونة خلية بالحجم الطبيعي.



شكل (٣-٤). التكاثر اللاجنسي في الفطريات بالانقسام الثنائي البسيط.

(٢) **التبرعم Budding** : يتم في بعض الفطريات الوحيدة الخلية مثل خلايا الخميرة. يبدأ بزيادة مرونة جزء صغير من الجدار في طرف الخلية، ثم ينـدفع سيتوبلازم الخلية بما يحيط به من غشاء خلوي رقيق نحو الجزء المرن من الجدار، فيندفع الجدار المرن للخارج على هيئة برعم. تنقسم النواة انقساماً ثنائياً بسيطاً إلى نـواتين، يدخل أحدهما في البرعم ويظل الآخر في الخلية. يظل البرعم متصل بالخليـة الأم Mother cell لفترة، بعد ذلك ينفصل عنها ليعطى خلية جديدة (شكل ٣-٥).



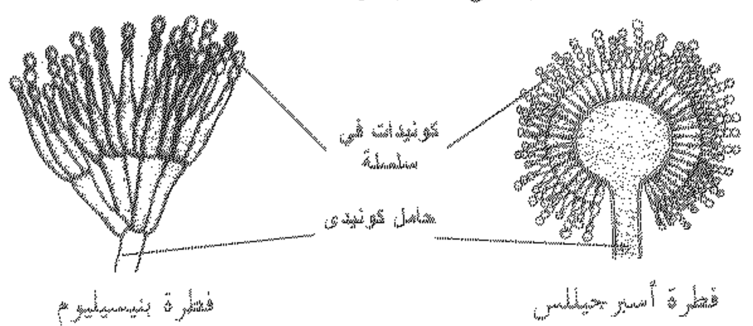
شكل (٣-٥) التكاثر اللاجنسي في الفطريات بالتبرعم.

(٣) **بتكوين الجراثيم Spores**: بعض الفطريات تنتج نوعاً واحـداً مـن الجـراثيم Monosporous، والبعض ينتج أنواعاً مختلفة منها . وفي كثير مـن الفطريـات البدائية وخاصة المائية منها تكون الجراثيم متحركة ومزودة بأسواط أو أهـداب وتسمى بالجراثيم السابحة Zoospores (Planospores) اللاجنسية.

وتتكاثر الفطريات لا جنسياً بتكوين أنواع مختلفة من الجراثيم التي تختلف في الشكل والنوع حسب نوع الفطر ، وتتخذ الجـراثيم اللاجنسـية أيضـاً كأسـاس لتقسيمها. **وتأخذ الجراثيم اللاجنسية الأشكال الآتية:**

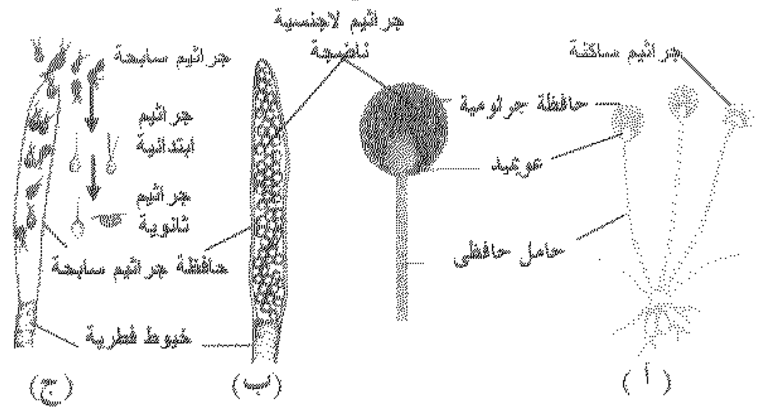
(أ) **الجراثيم الكونيدية Conidiospores** : وهى جراثيم غير متحركة تتكـون خارجياً Exogenous على حامـل كونـدي Conidiophore. والحامـل الكونيدي قد يكون متفرع Branched (مثل فطر بنسـيليوم *Penicillium* sp.)، أو غير متفرع (كما في فطرة أسبرجيللس *Aspergillus* sp.)، كما أن الحامل الكونيدي قد يكون مقسم أو غير مقسم. والجراثيم الكونيديـة قـد

تكون مفردة أو في سلاسل على نهايات الحوامل الكونيدية وفروعها، وقد تكون وحيدة الخلية (شكل ٣-٦) أو عديدة الخلايا.



شكل (٣-٦). جراثيم كونيدية خارجية وحيدة الخلية لفطرتي أسبرجيللس ، و بنيسيليوم.

(ب) **الجراثيم الحافظية Sporangiospores** : وهي تتكون داخلياً Endogenous داخل حافظة جرثومية Sporangium. والحوافظ الجرثومية تكون عادة كروية الشكل، طرفية الموضع و تكون عادة غير متحركة Nonmotile، (كما في فطرة الريزوباس *Rhizopus* sp.)، أو متحركة Motile وتسمى بالجراثيم السابحة Zoospores وهي وحيدة النواة ليس لها جدار كما في فطرة سابروليجنيا *Saprolegnia* sp. (فطرة مائية) (شكل ٣-٧).

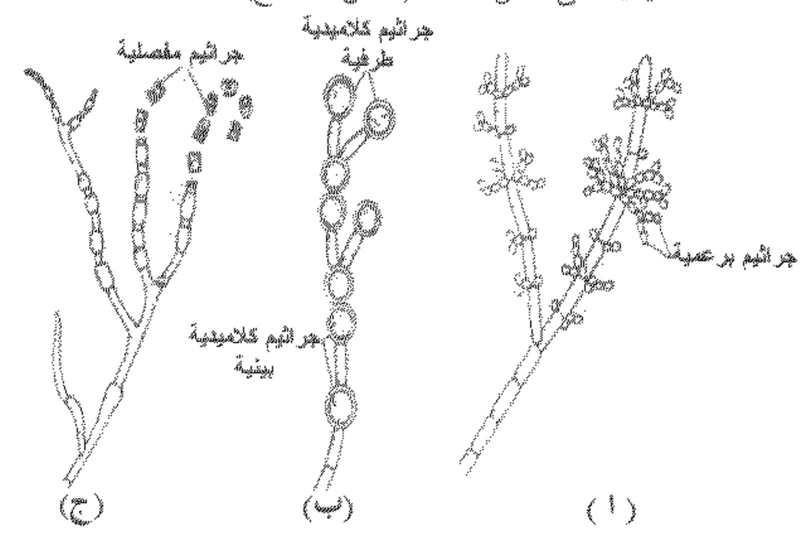


شكل (٣-٧) الجراثيم الحافظية الساكنة في فطرة من جنس ريزوباس (أ)، والجراثيم الحافظية السابحة في فطرة من جنس سابروليجنيا (ب)، صورة مجهرية للجراثيم السابحة (ج)

(ﺟ) **الجراثيم البرعمية Blastospores** : وهي خلايا دائرية أو بيضية الشكل، تتكون بتبرعم الخلايا الجسدية الأم. بعدها تكبر في الحجم وتتكاثر أيضاً بالتبرعم (شكل ٣-٨أ).

(د) **الجراثيم المفصلية Arthrospores** : وهي خلايا تكونت (بالانفصال) نتيجة تجزؤ الخيط الفطري، وتكون على هيئة قطع مربعة الشكل ويحاط كل منها بجدار سميك نسبياً مكونة خلايا جرثومية مفصلية (شكل ٣-٨ب).

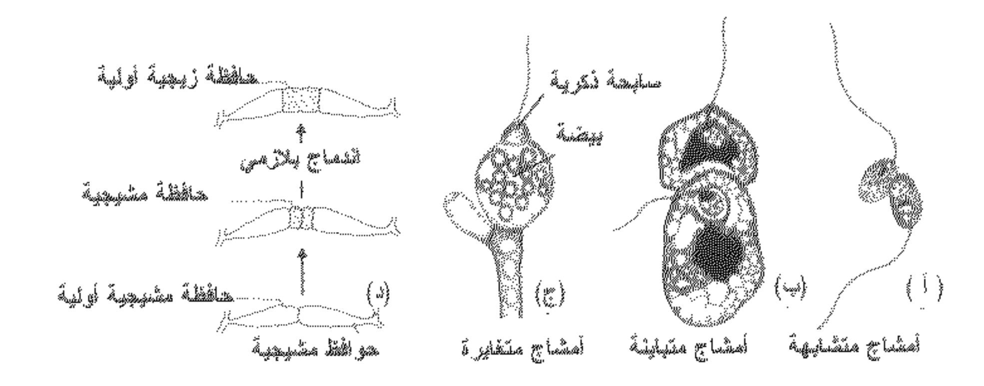
(ﻫ) **الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores** : وهي عبارة عن خلايا من الخيط الفطري التي تحيط نفسها بجدار سميك مكونة جرثومة كلاميديسة، وهي جراثيم غير متساقطة، بين خلوية Intercalary أو طرفية Terminal، وهي تتكون نتيجة استدارة الخلايا الجسدية الفطرية (خلايا الخيط الفطري). وقد تتم هذه العملية في عدة خلايا متجاورة مكونة سلسلة من الجراثيم الكلاميدية على نفس الخيط (شكل ٣-٨ج)



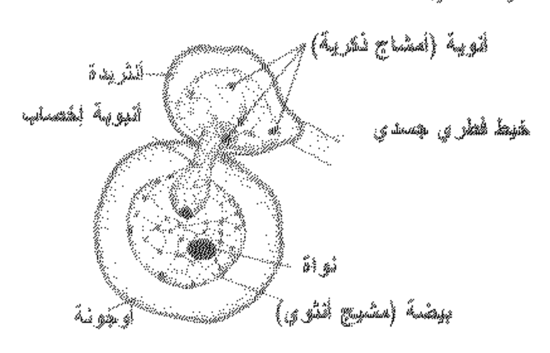
شكل (٣-٨). التكاثر اللاجنسي في الفطريات بتكوين الجراثيم البرعمية (أ)، والجراثيم الكلاميدية (ب)، والجراثيم المفصلية (ج).

ثالثا: التكاثر الجنسي Sexual reproduction

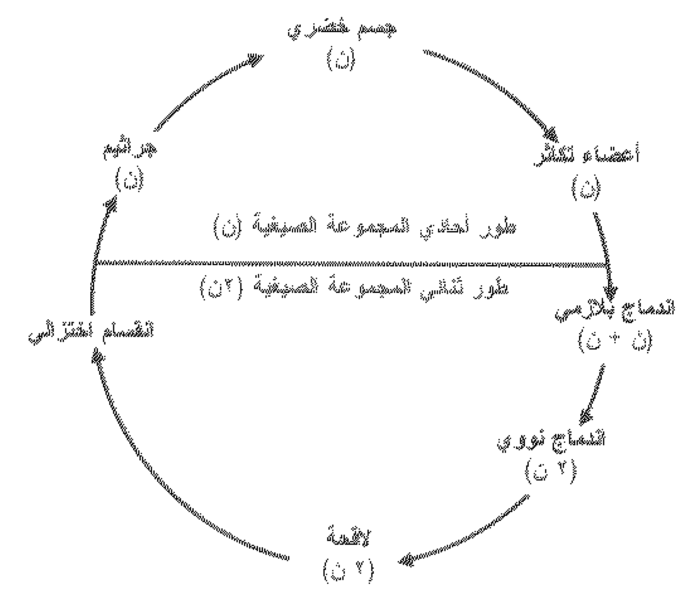
يتم بالاندماج بين خليتين جنسيتين Sexual cells (أو مشيجين Gametes) وتتكون الأمشاج داخل أعضاء جنسية تسمى حوافظ مشيجية Gametangia. قد تكون هذه الحوافظ المشيجية متشابهة Isogametangia، تنتج أمشاجاً متشابهة Isogametes ، أو تكون الحوافظ المشيجية متباينة Heterogametangia وتنتج أمشاجاً متباينة Heterogametes (أنثوية وذكرية) (شكل ٣-٩). وتعرف الحافظة المشيجية المذكرة بالأنثريدة Anthrridium، والحافظة المشيجية المؤنثة بالأوجونة Oogonium. (شكل ٣-١٠). وتمر عملية التكاثر الجنسي بثلاثة مراحل هي :(أ) مرحلة الاندماج البلازمي Plasmogamy، (ب) مرحلة الاندماج النووي Karyogamy (شكل ٣-١١). (جـ) مرحلة الانقسام الاختزالي Meiosis.



شكل (٣-٩). تزاوج بين أمشاج متحركة (أ ، ب، ج)، واندماج بين حوافظ مشيجية (د).

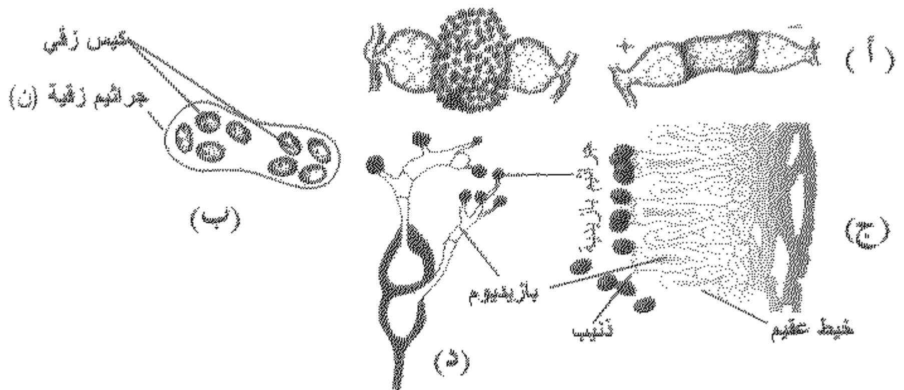


شكل (٣-١٠). اندماج بلازمي عن طريق تلامس حافظتين مشيجيتين (أنثريدة وأوجونة) يعقبه بفترة اندماج نووي في إحدى الفطريات البيضية.



شكل (٣-١١). النمط العام لدورة الحياة الجنسية (التكاثر الجنسي) في الفطريات.

وأنواع الجراثيم الجنسية التي تتكون في الفطريات هي: الجراثيم الزيجية Zygospores ، الجراثيم الزقية Ascospores ، الجراثيم البازيدية Basidiospores (شكل ٣-١٢).



شكل (٣-١٢). أنواع الجراثيم الجنسية التي تتكون في الفطريات: (أ)، جراثيم زيجية، (ب) جراثيم زقية، (ج،د) جراثيم بازيدية.

الأهمية الاقتصادية للفطريات

يوجد أنواع عديدة من الفطريات تعد ذات فائدة اقتصادية، كما يسبب بعضها خسارة اقتصادية كبيرة كما يلي:

(١) الفوائد

- تلعب الفطريات دوراً هاماً في الطبيعة ككائنات محللة للبقايا العضوية التي توجد في التربة وعليها، وبذلك تفيد في خصوبة التربة، ونظافة البيئة.
- تستغل بعض الفطريات مثل بعض أنواع من عفن الخبز والخميرة صناعيا في إنتاج الكحول من عملية التخمر الكحولي لبعض المواد النشوية والسكريات.
- تعد بعض أنواع الخمائر مصدرا لبعض أنواع الفيتامينات وخاصة فيتامين (ب) المركب وفيتامين (ج). كما تعد مصدرا لإنتاج البروتين أحادي الخلية (Singlecell protein SCP) وهو هام لتغذية الأطفال، ويستخدم أيضا على هيئة علائق لتغذية الحيوانات والطيور. كما تستخدم بعض أنواع الخمائر المضغوطة في تجهيز عجين الخبز لما لها من قدرة على إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يجعل الرغيف خفيفا ومساميا.

- تعد بعض الفطريات من القواعد الأساسية لبنية بعض الصناعات القائمـــة علـــي الكائنات الدقيقة، حيث يستخدم بعض أنواع من فطرة عفن الخبز لإتمـــام بعـــض الخطوات في تصنيع مادة الكورتيزون الطبية .وتستخدم نفـــس الفطـــرة وفطـــرة أسبرجيللس وفطرة بنسيلسوم في إنتـــاج بعـــض الأحمـــاض مثـــل اللاكتيـــك والأوكساليك، والستريك، والجلوكونيك، والفيوماريك. كما تستغل بعض أنواع الفطريات في إنتاج بعض الإنزيمات والفيتامينات والأصباغ وفى دباغة الجلود.
- تستخدم الآن بعض أنواع الفطريات الزيجية في اندونيسيا وبلاد جنوب شرق آسيا في أنتاج نوع من الغذاء يسمى تمبة Tempeh .وتستخدم في إنتاج بعـــض حبـــوب ملونة صفراء تستخدم صناعيا في تلوين الدهون الصـــناعية والزبـــد (المرجـــرين Margarine).كما تستخدم أنواع أخرى في إنتاج مضافات غذائية لتطرية اللحوم Meat Tenderizer.
- هناك بعض أنواع الفطريات التي تؤكل لاحتوائها على نسبة جيدة مـــن السكريات والبروتينات والدهون والفيتامينات والعناصر المعدنية المختلفة اللازمة لبنـــاء جسم الإنسان مثل فطرة عيش الغراب وفطرة الفقع (الكمأ) وفطرة العرجون.
- تستخدم فطرة كلافيسيبس بوبيوريا في أنتاج مادة سريعة الذوبان في الماء تعرف بالإرجومترين Ergometrine التي تعطي للأم الحامل في حالات الولادة العســـرة، وتستخدم أيضاً لوقف النزيف الدموي أثناء وبعد الولادة.
- تستغل بعض أنواع من الفطريات في صناعة أنوع معينة من الأجبان حيـــث يستخدم بنسيليوم روكفورتاى *P. roqueforti* في تحضير جـــبن روكفـــورت Requefort cheese. ويوجد نوع آخر من الفطرة يســـمى *P. camemberti* يستخدم في نضج نوع آخر من الجبن يسمى كاميمبرت Camembert cheese.

- تعتبر بعض أنوع الفطريات مصدراً لإنتاج أنوع مختلفة من المضادات الحيوية الهامة من الناحية الطبية مثل فطرة الأسبيرجيللس الذى ينتج :الفلافسين Flavicin، وأسبيرجللين Aspergillin ، وفطرة بنسيليوم في انتاج البنسلين Penicillin, وباتيولين Patulin واكسبانسين Expansin.

(٢) الأضرار

- تسبب العديد من الفطريات تعفن وتلف المواد الغذائية المخزنة مثل الفواكه واللحوم، والمربات، وغيرها من المواد الغذائية التي تنمو عليها. كما تتلف الجلود، والورق والمنسوجات، والتبغ والسجائر.
- تسبب أمراضاً مختلفة للإنسان والحيوانات مثل الأمراض العصبية , وأمراض الرئة (تقيح الرئة)، والأمراض الجلدية، وأمراض بالأذن.
- تفرز بعض أنواع الأسبيرجيللس على الغلال والحبوب سموم خطيرة يطلق عليها الأفلاتوكسينات، وهى سموم قاتلة وتسبب سرطان الكبد.
- عندما تأكل الأبقار والأغنام نباتات مصابة بمرض الإرجوت فإنه قد يسبب لها إجهاضاً وموتاً بطيئاً. وعند تناول الإنسان الخبز المصنوع من دقيق القمح المصاب فإنه يسبب تسمما حادا مصحوب بسقوط الشعر وتآكل الأظافر والأسنان.
- تسبب بعض أنواع الفطريات أمراضا مختلفة للنباتات مثل البياض الزغبي للعنب، واللفحة المتأخرة للبطاطس، والعفن الطري لنبات البطاطا، وجرب التفاح، وصدأ القمح، وذبول القطن، وتفحم الذرة والشعير.

تقسيم الفطريات

يوجد اختلاف في الآراء حول تقسيم الفطريـــات Classification of Fungi. وهذا الاختلاف يرجع إلى التباين في تفسير المعلومات والنتـــائج المختصـــة بالتركيـــب والتطور وفسيولوجيا الفطريات. وقد تم تقسيم الفطريات لأول مرة إلى طوائف ورتب وفصائل في أوائل القرن التاسع عشر من قبل العالم بيرسون Person الذي يعتبر مؤسس علم الفطريات، وعموما **يعتمد تقسيم الفطريات على عدة مميزات رئيسية أهمها:**

١- وجود أو عدم وجود الميسيليوم ، ووجود أو عدم وجود الجدار الخلوي.

٢- وجود أو عدم وجود الأطوار المتحركة في دورة الحياة.

٣- شكل وترتيب أسواط الجراثيم السابحة.

٤- انقسام أو عدم انقسام الخيط الفطري إلى خلايا.

٥- نوع وطبيعة الجراثيم الجنسية المتكونة بعد التزاوج الجنسي فقد تكون جراثيم بيضية Oospores، أو جراثيم زيجوتيـــة Zygospores، أو جـــراثيم زقيـــة (كيسية) Ascospores، أوجراثيم بازيدية Basidiospores.

هذا وتوجد العديد من مفاتيح تقسيم الفطريات أشهرها وأحدثها وأكثرهـــا استخداماً التقسيم الوارد بمؤلف Alexopoulos & Mims 1979 (مقدمـــة في علـــم الفطريات) والذي يعتبر الفطريات مملكة واحـــدة Kingdom: Fungi: (Myceteae) وفيه تقسم الفطريات إلى ثلاثة أقسام Division رئيسية، لكل منها طوائف Classes، ورتب Orders، وفصائل Families، وأجناس، Genera، وأنواع Species. وهـــذه **الأقسام هي :**

المملكة العليا : الكائنات حقيقية النواة **uperkingdom : Eukaryota**
مملكة الفطريات **Kingdom: Myceteae (Fungi)**

أولا: قسم الفطريات العارية (الهلامية) Division : Gymnomycota (Myxomycota).

Class 1. Acrasiomycetes	طائفة الفطريات الأكرازيوميسيتية
Class 1. Protosteliomycetes	طائفة الفطريات البروتوستيليوميستية
Class 2. Myxomycetes	طائفة الفطريات اللزجة (الهلامية)

ثانيا: قسم الفطريات السوطية Division : Mastigomycota.

Subdivision 1. Haplomastigomycotina	تحت قسم الفطريات أحادية السوط
Class 1. Chytridiomycetes	طائفة الفطريات الكيتريدية
Class 2. Hyphochytridiomycetes	طائفة الفطريات الهيفوكيتريديوميسيتية
Class 3. Plasmodiophoromycetes	طائفة الفطريات البلازموديوفورية
Subdivision 2. Diplomastigomycotina	تحت قسم الفطريات ثنائية السوط
Class 1. Oomycetes	طائفة الفطريات البيضية

- **ثالثا:** قسم الفطريات اللاسوطية Division : Amastigomycota.

Subdivision 1. Zygomycotina	تحت قسم الفطريات الزيجوميكوتينية
Class 1. Zygomycetes	طائفة الفطريات الزيجوية (التزاوجية)
Subdivision 2. Ascomycotina	تحت قسم الفطريات الأسكوميكوتينية
Class 1. Ascomycetes	طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)
Subdivision 3. Basidiomycotina	تحت قسم الفطريات البازيديوميكوتينية
Class 1. Basidiomycetes	طائفة الفطريات البازيدية
Subdivision 4. Deuteromycotina	تحت قسم الفطريات الديتيروميكوتينية
- class 1. Deuteromycets	طائفة الفطريات الناقصة

وسيتم في الفصول التالية دراسة لبعض الأجناس الفطرية التابعة لخمسة طوائف فطرية ، خصوصاً تلك ذات الأهمية الاقتصادية وذلك فيما يتعلق بتواجدها، ومعيشتها، وأسس تقسيمها، وتراكيبها الجسدية، ودورة حياتها.

الفصل الثاني

أولاً : قسم الفطريات العارية (الهلامية – اللزجة)

Division : Gymnomycota (Myxomycota)

تعرف هذه الفطريات بالفطريات اللزجة (الهلامية) لما لها من ملمس لـــزج، وتعرف أيضاً بالفطريات الحيوانية لما لها من صفات حيوانية وصفات فطرية. ويتعاقب بانتظام في دورة حياتها طور حيواني وطور فطري. الطور الحيواني يكون علـــى هيئـــة كتلة بروتينية عارية (لا تحيط بها جدار خلـــوي) Plasmodium، متعـــدد الأنويـــة Multinucleated، ويتغذى بطريقة حيواني Halozoic بواسطة الالتـــهام وحركتـــه أميبية. بينما الطور الفطري يتمثل في الجسم الثمري Fruit body. والخلايا الســـوطية Swarm cells التي تشبه تلك الموجودة في الفطريات الحقيقية (شكل ٣-١٣).



شكل (٣-١٣) شكل خلية متحركة للفطريات العارية

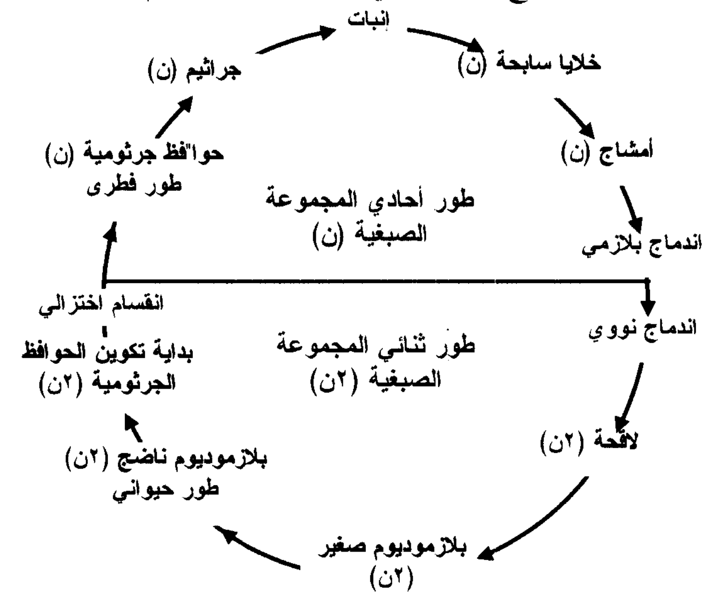
البيئة والتوزيع Habit and distribution

واسعة الانتشار في الطبيعة، تعيش مترممة على المواد العضوية (الأخشاب المتحللة والأوراق المتساقطة) المبللة بالماء، وتلك الموجودة في الأماكن الرطبة. كما أنها قد تتطفل على كائنات حية أخري مثل الطحالب، والفطريات الحقيقية، والنباتات الراقية وخلال الأطوار الخضرية أو التمثيلية تقطن البلازموديات المساحات الرطبة المظللة.

الخصائص العامة General characteristics

- جسم الفطر يكون مرن Delicate، له أقدام كاذبة Pseudopodia.
- تشبه الفطريات الراقية في قدرتها على تكوين جراثيم محاطة بجـــدار سميـــك مـــن السليلوز في أحد مراحل حياتها.

- تختلف عن الفطريات الراقية في أن الثالوس الفطري (بلازموديوم Plasmodium) يكون عار ليس له جدار خلوى سليلوزى كما في الفطريات الراقية، بل تحاط بغشاء بلازمي رقيق ، وتحتوي على العديد من الأنوية ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).
- يتحرك البلازموديوم حركة أميبية بتكوين أقدام كاذبة Pseudopodia تنتج عن تمـــدد البروتوبلازم في اتجاه معين يتبعه تحرك جسم البلازموديوم في اتجاه القدم الكاذب.
- يتغذى البلازموديوم بالامتصاص من جميع أسطحه كما أنه في بعض الحالات يمكنه ابتلاع بعض الأجسام مثل خلايا البكتريا وهضمها (يشبه الحيوانات الأولية).
- تتمثل دورة حياة الفطر في طور فطري تكاثري على هيئـــة حافظـــة جرثوميـــة Sporangium، يتعاقب مع طور حيواني يعرف بالبلازموديوم (شكل ٣-١٤) .



شكل (٣-١٤). الشكل العام لدورة حياة فطر من الفطريات العارية (اللزجة – الهلامية).

- الحوافظ الجرثومية (الأجسام الثمرية) تأخذ طرز مختلفة تختلف باختلاف الأجناس التابعة لها وتوجد الجراثيم بأعداد كبيرة داخل الحافظة الجرثومية. والجراثيم الحافظية تكون أحادية المجموعة الصبغية وذات جدر خلوية، وهى تأخذ أشكال مختلفة.

- تنبت الجراثيم الحافظية لهذه الطائفة (١ن) لتكون خلايا سابحة (١ن) ذات سوطين أماميين غير متساويين، والخلايا السابحة تقوم بوظيفة الأمشاج.
- يتم التكاثر الجنسي بالأمشاج المتشابهة، وتكوين اللاقحة التي تكـون فيمـا بعـد البلازموديوم متعدد الأنوية

أمثلة نموذجية Representative Members

رتبة ستيمونيتات

جنس ستيومونيتس *Stemonites* sp.

البيئة والتوزيع:

فطريات هذا الجنس توجد على الأخشاب، وأوراق النباتـات المتسـاقطة في أماكن ظليلة رطبة وهي ذات لون مائي أو أصفر كريمي Pale-yellow.

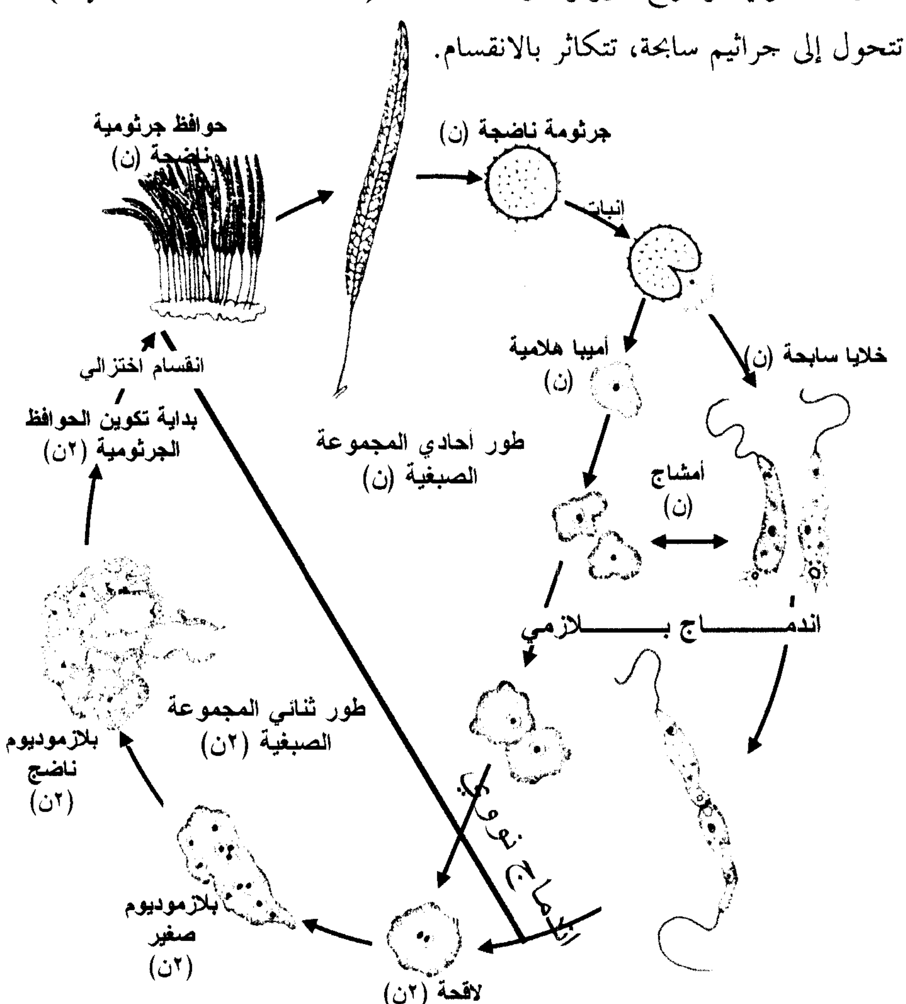
التركيب:

يتكون الجسم الخضري للفطر ستيمونيتس من بلازموديوم عديد الأنويـة ثنـائي المجموعة الصبغية، ويتكون البلازموديوم من شبكة من الخيوط الرفيعة. والبلازموديوم حديث التكوين ذا عرق رئيسي طويل غزير التفرع. وتحمل فروعه فروعاً ثانوية بينـها اتصـالات Anastomosis، وأثناء نمو البلازموديوم، تكون العروق خالية من الطبقة الخارجية.

التكاثر :

بعد فترة من حركة البلازموديوم على أخشاب وأوراق النباتات المتحللة الرطبة ينتقل إلى سطح جاف، ثم تقف حركته ويبـدأ في تكـوين التركيبـات الجرثومية. تنمو من البلازموديوم حوامل جرثومية يحمل كـل منـها حافظـة جرثومية ، وتتصل الحوافظ الجرثومية معاً لتكوين تجمعات صغيرة منها وبداخلها جراثيم حافظية على السطح العلوي لجسم الفطر (شـكل ٣-١٥). الجـراثيم الحافظية وحيدة النواة ووحيدة العدد الصبغي وذات جدر سليلوزية محمولة على نمو شبكي دقيق Capillitium.

تنتشر الجراثيم بالرياح، وعند سقوطها في الوسط المناسب تمتص الماء فيتمزق جدرها الخلوي، وتخرج البروتوبلازمات الأميبية (خلايا أميبية Myxamoebae) التي تتحول إلى جراثيم سابحة، تتكاثر بالانقسام.



شكل (٣–١٥). دورة حياة فطريات هلامية من جنس ستيومونيتس *Stemonites* sp.

يتم التزاوج بين جرثومتين سابحتين (أمشاج) أو خليتين أميبيتين وتكون اللاقحة. تنقسم نواة اللاقحة عدة انقسامات غير مباشرة دون تكون جدر مكونة البلازمويديوم. ثم يتكون على البلازموديوم حوافظ جرثومية (ميتوزية)، تنقسم أنويتها انقساماً ميوزياً مكوناً العديد من الجراثيم أحادية المجموعة الصبغية تعيد دورة الحياة.

الفصل الثالث

ثانيا ::قسم: الفطريات السوطية

Division : Mastigomycota

تعرف بالفطريات الحقيقة غير الراقية، وتمتاز بتكوين جراثيم (أبواغ) متحركة Zoospores أثناء دورة حياتها. **وتنقسم فطريات هذا القسم تبعاً لعـــدد الأســـواط الجرثومية السابحة إلى تحت قسمين هما:**

١- تحت قسم: الفطريات أحادية السوط Sub-Division: Haplomastigomycotina

وهي تتميز بتكوين جراثيم سابحة أحادية السوط (أملس – عديم الشعيرات – طرفي)، كما يكون فيها التكاثر الجنسي من النوع متماثـــل الأمشـــاج Isogamy، أو متباين الأمشاج Heterogamy. **ويضم هذا النوع من الفطريات الطوائف الآتية :**

(أ) **طائفة:الفطريات الكتريدية** Class: Chytridomycetes

(ب) **طائفة:الفطريات الهيفوكتريدية** Class: Hyphochytridomycetes

(ج) **طائفة:الفطريات البلازموديوفورية** Class: Plasmodiophoromycetes

٢- تحت قسم: الفطريات ثنائية الأسواط Sub-Division: Diplomastigomycotina

وهي تتميز بتكوين جراثيم سابحة ثنائية السوط. وتتكاثر هذه الفطريات تكاثراً بيضياً Oogamy عن طريق اتصال الأنثريدة (عضو التذكير)، بالأوجونـــة عضو التأنيث والتي نشأت من خيوط فطرية ثنائية المجموعة الصـــبغية، ويحـــدث الانقسام الاختزالي داخل الحوافظ المشيجية (الأنثريديـــة والأوجونـــة) لتكـــوين أمشاج أحادية المجموعة الصبغية. يتم التكاثر اللاجنسي بتكوين الجراثيم الســـابحة ذات سوطين **ويضم هذا التحت قسم طائفة واحدة الـــتي ســـنتطرق إليهـــا بالشرح وهي طائفة الفطريات البيضية Class: Oomycetes** .

طائفة : الفطريات البيضية Class: Oomycetes

وهي فطريات غزلها الفطري غير مقسم وخلاياها المتحركة لها سوطان متضادا الاتجاه، وينتج عن التزاوج الجنسي تكوين جرثومة تعطي البيضة المخصبة.

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

تعيش بعض الفطريات البيضية في الماء وبعضها يعيش في التربة مترمماً على بقايا المواد العضوية الموجودة في الماء والتربة. بينما تعيش الفطريات الأكثر تقدما (الراقية) متطفلة على نباتات بذرية مسببة لها الكثير من الأمراض.

الخصائص العامة General characteristics

- تضم هذه الطائفة أنواعاً وحيدة الخلية، وأنواعاً خيطية. ويكون الغزل الفطري في الأنواع الخيطية مكوناً من خيوط مدمجة خلوياً Coenocytic hyphae (جسم الفطر يكون على هيئة خيوط فطرية غير مقسمة بجدر عرضية إلى خلايا) حيث لا تتكون الحواجز إلا عند قواعد الأعضاء التكاثرية.
- تتميز كل فطريات هذه الطائفة بأنها تنتج جراثيم لا جنسية ثنائية الأسواط Biflagellated spores (أحدهما أملس Whiplash والآخر شعري Tinsel). وتتكون هذه الجراثيم بطريقة الانقسام الميتوزي في حوافظ جرثومية هي في حقيقة الأمر تحورات لقمم الخيوط الفطرية.
- عند حدوث التكاثر الجنسي تتكشف أعضاء التكاثر الجنسي لفطريات هذه الطائفة إلى أنثريدات Antheridia وأوجونات Oogonia متميزة شكلاً وتكون على فروع خاصة من الخيوط الفطرية. ومن خلال الدراسات الحديثة لبعض الفطريات البيضية لدورة الحياة تكون تلك الطائفة فريدة بين الفطريات الراقية (الحقيقية) من حيث أن الغزل الفطري (الميسيليوم) يكون ثنائي المجموعة الصبغية، وأن الانقسام الاختزالي لجسم الفطر يحدث لأنوية الحوافظ المشيجية وينتج عنه

تكون أمشاج ذكرية وأمشاج مؤنثة أحادية المجموعة الصبغية (قبل عملية الإخصاب)، وبالتالي تكون الأمشاج هي وحدها الخلايا أحادية المجموعة الصبغية في دورة الحياة. وبعد أن يتم الإخصاب تتكون جرثومة بيضية جديدة Oospore والتي تعطي بدورها جراثيم سابحة تعيد دورة حياة الفطر من جديد.

- يبدو أن السليلوز هو المكون الرئيسي لجدر خلاياها وتكون خالية من الكيتين.

أمثلة نموذجية Representative members

رتبة: بيرونوسبورالات

ألبوجو كانديدا *Albugo candida*

وهو فطر يتطفل إجبارياً Obligate parasite على نباتات من العائلة الصليبية مثل الفجل واللفت ويسبب لها مرض الصدأ الأبيض White rust. تظهر أعراض الإصابة لهذا الفطر على أوراق وسيقان النبات العائل في صورة مساحات صغيرة مستديرة بارزة بيضاء اللون.

تبدأ الإصابة عندما تسقط جرثومة سابحة ذات سوطين على ورقة أو ساق النبات العائل وفي وجود نقطة ماء تسحب الجرثومة سوطها ثم تنبت معطية أنبوبة إنبات تدخل من خلال أحد الثغور إلى النسيج الداخلي، فتنمو مكونة نمواً فطريا بين خلوي intercellular mycelium. يمتد من الخيوط الفطرية نتوءات دقيقة تخرج من الخلايا، ثم تنتفخ داخلها مكونة ممصات Haustoria كروية، بامتصاص احتياجات الفطر الغذائية من داخل الخلايا. تتفرع الخيوط الفطرية وتنمو بين خلايا النبات العائل.

الخصائص التكاثرية (طرق التكاثر) Reproduction characteristics

(أ) التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

بعد نمو الخيوط الفطرية بين خلايا النبات العائل ووصولها إلى مرحلة معينة من النضج يبدأ الفطر في التكاثر اللاجنسي (شكل ٣-١٦) حيث تتجمع وتتكاثف بعض

خيوط الفطر تحت البشرة مكونة غزلاً فطرياً. ثم يبدأ الغزل الفطر في تكون صـــفوف متراصة غير متفرعة من حوامل كونيدية Conidiophore صولجانية الشكل، وينتج عن استطالتها دفع البشرة إلى أعل وتكوين بقع بيضاء على سطح الأوراق ثم يكون الحامل الكونيدى سلاسل من الحوافظ الجرثومية أو الكونيدات Conidia أكبرها سناً قـــرب بشرة النبات. بزيادة نمو الكونيدات (الحوافظ الجرثومية) تسبب تمزق البشرة فتنتشر بفعل الهواء. إذا سقطت الكونيدات على النبات العائل وعند توفر الرطوبة الكافية تبدأ محتويات الكونيدات في الانقسام مكونة عدد كبير من الجراثيم السابحة بسوطين جانبيين تسبح لفترة ثم تستقر وتكون جرثومة ساكنة (حوصلة) Cyst، ثم تنبت معطية أنبوبة إنبات. تختـــرق وتصيب أنبوبة الإنبات الخلايا الداخلية لنبات جديد عن طريق الثغور.

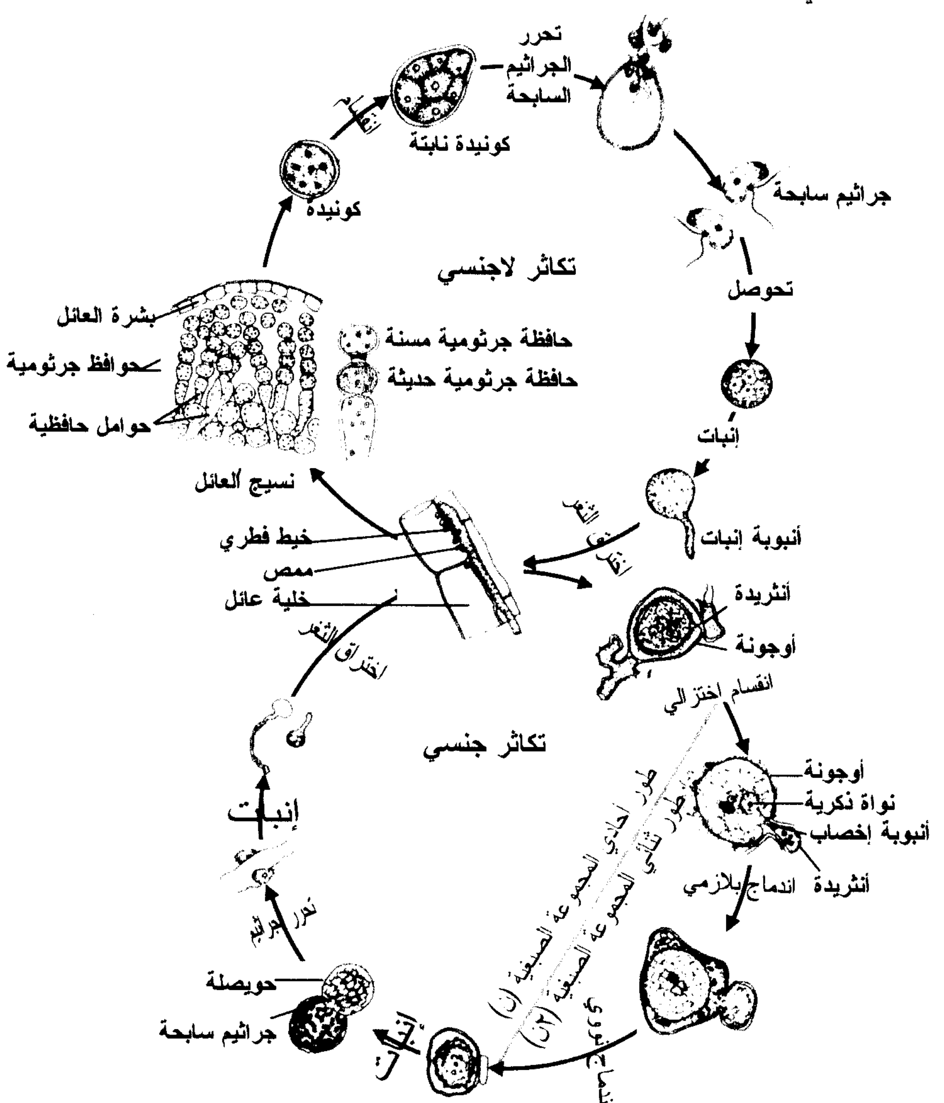
في حالة عدم توفر الرطوبة الكافية (الجفاف) فإن الكونيدات تنبت مباشـــرة وتعطي أنابيب إنبات تخترق الثغور إلى الأنسجة الداخلية للنبات العائل وهكذا يستمر الفطر في نموه وتكاثره اللاجنسي.

(ب) التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يلجأ الفطر إلى التكاثر الجنسي (شكل ٣-١٦) في الظروف الغير ملائمة. فعندما يتقدم النبات العائل في العمر وتجف محتوياته الخلوية، عندئذ يكون الفطـــر أعضاء جنسية (حوافظ جنسية Gametangia) مذكرة (أنثريـــدات Anthridia)، وأخرى مؤنثة (أوجونات Oogonia).

تظهر نتوءات بسيطة في أطراف بعض الخيوط الفطرية، ثم تنـــتفخ مكونـــة أجساماً كروية نسبياً نتيجة لتجميع سيتوبلازم وأنوية بها، ثم يتكون جـــدار فاصـــل عرضي يفصل الجسم الكروي. تنقسم نواة الجسم الكروي اختزالياً ويصـــبح عضـــو التأنيث (أوجونة Oogonium) أحادي المجموعة الصبغية.

يظهر على طرف خيط فطري آخر مجاور بروز أنبوبي الشكل صغير نسبياً يمتلئ بالسيتوبلازم والأنوية العديدة، ثم ينفصل البروز عن الخيوط الفطرية الأصلية بجدار عرضي مكوناً عضو التذكير(أنثريدة Anthridium).



شكل (٣-١٦). التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي في فطر ألبوجو كانديدا *Albugo candida*

تتلامس وتتصل الأنثريدة بالأوجونة وتكون أنبوبـــة إخصـــاب Fertilization tube (تخترق الجدار الدقيق للأوجونة حتى تصل إلى البيضة) تنتقل خلالها نواة ذكرية واحدة مع بعض السيتوبلازم إلى نواة البيضة وتندمج معها وبذلك يتم الإخصاب.

بعد الإخصاب تتكون اللاقحة Zygote التي تغلف نفسها بجدار سميك وتصبح جرثومة بيضية Oospore تتحمل الظروف الغير مناسبة وتنتقل إلى التربة بعد مـــوت وتحلل نسيج العائل وتستقر فيها لفترة. تنقسم أنوية الجراثيم البيضية انقسام غير مباشر، وتحيط كل نواة ناتجة نفسها بجزء من السيتوبلازم مكونة جرثومة سابحة (٢ن).

يتمزق جدار الجرثومة البيضية ويخرج منها كيس مثاني دقيق (حويصلة دقيقة) وبه الجراثيم السابحة التي تتحرر من الحويصلة بفعل الرطوبة. وعند تـــوفر الظـــروف المناسبة والنبات العائل تنبت وتهاجم العائل معيدة دورة الحياة (شكل ٣-١٦).

الفصل الرابع

ثالثاً : قسم الفطريات اللاسوطية

Division : Amastigomycota

تعتبر هذه الفطريات أكثر رقياً من الفطريات السوطية وتتميز بأن أمشاجها أو جراثيمها ساكنة وغير مزودة بأسواط. تتباين هذه الفطريات في أحجامها، فبعضها تكون وحيدة الخلية، وبعضها يكون عديد الخلايا. بعض هذه الفطريات تعيش متطفلة إجبارياً أو اختيارياً على بعض النباتات الاقتصادية، والبعض الآخر تعيش مترممة في التربة على البقايا العضوية النباتية أو الحيوانية وتعمل على تحليلها إلى مواد بسيطة.

أقسام الفطريات اللاسوطية

تقسم الفطريات اللاسوطية على أساس الغزل الفطري إما مقسم أو غير مقسم، وأنواع الجراثيم الناتجة عن عملية التكاثر إلى تحت الأقسام والطوائف التالية :

الغزل الفطري غير مقسم :تتكون جراثيم زيجية في التكاثر الجنسي.

تحت قسم الفطريات الزيجية Sub -Division Zygomycotina

طائفة الفطريات الزيجوتية Class : Zygomycetes

الغزل الفطري مقسم: تتكون أحد الجراثيم التالية في التكاثر الجنسي

١- جراثيم زقية

تحت قسم الفطريات الزقية Sub-Division Ascomycotina

طائفة الفطريات الزقية Class : Ascomycetes

٢- جراثيم بازيدية

تحت قسم الفطريات البازيدية Sub division : Basidiomycotina

طائفة الفطريات البازيدية Class : Basidiomycetes

٣- لا يوجد تكاثر جنسي

- **تحت قسم : الفطريات الناقصة** Sub division : Deutoromycotina
- **طائفة : الفطريات الناقصة** Class : Deutoromycetes

وسوف نتطرق بشيء من التفصيل إلى بعض الطوائف الفطرية تبعاً لانتشارها وأهميتها الاقتصادية وطرق تكاثرها وهي : الفطريات الزيجوتية، الفطريات الزقية، الفطريات البازيدية، الفطريات الناقصة.

قسم : الفطريات اللاسوطية Division : Amastigomycota

أولاً تحت قسم : الفطريات الزيجية Subdivision : Zygomycotina

طائفة : الفطريات الزيجوتية Class : Zygomycetes

الخصائص العامة General characteristics

- تعيش معظم الفطريات الزيجوتية (التزاوجية) مترممة على الروث، وفي التربة على المادة العضوية النباتية والحيوانية المتحللة. وبعضها يعيش اختياري التطفل على النباتات الخضراء أو قد تعيش بطريقة المشاركة مع النباتات الخضراء بصورة تكافلية Symbiotic في مجاميعها الجذرية. والعديد منها يعيش بطريقة افتراسية يقتنص ويقتل ويهضم الديدان الثعبانية Nematodes والبروتوزوا مثل الأميبا وكذلك الذباب.
- تشمل الفطريات الزيجوتية (التزاوجية) أعفان الخبز المعروفة Common bread molds، وكذلك فطريات الذباب، كما أنها تعيش كعائل لكائنات أخري موجودة في التربة أو الأسمدة manure. وقد اشتق اسمها من الجراثيم الزيجوتية Zygospores الساكنة التي تنتجها عقب الاتحاد البلازمي Plasmogamy والاتحاد النووي Karyogamy إلا أن معظم هذه الفطريات يمكن التعرف عليها في أغلب الأحيان بحوافظها الجرثومية المنتجة بالطريقة اللاجنسية. تشبه إلى حد

كبير الطحالب الأنبوبية مثل الفوشيريا ولذا تسمى هـــذه الفطريـــات أحيانـــاً بالفطريات الطحلبية Phycomycetes.

- الغزل الفطري mycelium لفطريات هذه الطائفة غير مقسم ويُكَوِّن بصـــورة عامة مدمجاً خلوياً Coenocyte يأخذ أشكالاً أنبوبيـــة (خصوصـــاً في بدايـــة تكوينه). وتتكون حواجز عندما يتقدم الغزل الفطري في العمر، وكذلك أثنـــاء تكوين أعضاء التكاثر الجنسية واللاجنسية.
- لا تُكَوِّن أي أطوار متحركة، كما أن الكيتين Chitin هو المكـــون الرئيســـي للجدار على أن السليلوز Cellulose قد يكون أيضاً موجوداً.
- يتم التكاثر اللاجنسي بتكوين جراثيم عديمة الأسواط، غير متحركة، تعـــرف بالجراثيم الحافظية Sporangiospores التي تتكون بأعداد كبيرة داخل حـــوافظ جرثومية Sporangia.
- يتم التكاثر الجنسي باتحاد للحوافظ المشيجية Gametangia (تكون متشابهة بالشكل وفي كثير من الأحيان بالحجم أيضاً، وقد تكون متباينة) أي بين مشيج أنثوي غـــير متحرك مع مشيج ذكري متحرر من عضو التذكير وينتج عنه تكـــوين جرثومـــة زيجوتية Zygospore التي تكون مقاومة للظروف البيئية الغير ملائمة لنمو الفطر.

وتضم هذه الطائفة أجناس فطرية كثيرة، أهمها على ســـبيل المثـــال فطـــرة رايزوبس (عفن الخبز) *Rhizopus* sp.، وفطرة ميوكر (العفن الأسود) *Mucor* sp.

أمثلة نموذجية Representative members

رتبة: الميوكورالات

١- فطرة رايزوبس استولونيفر *Rhizopus stolonifer*

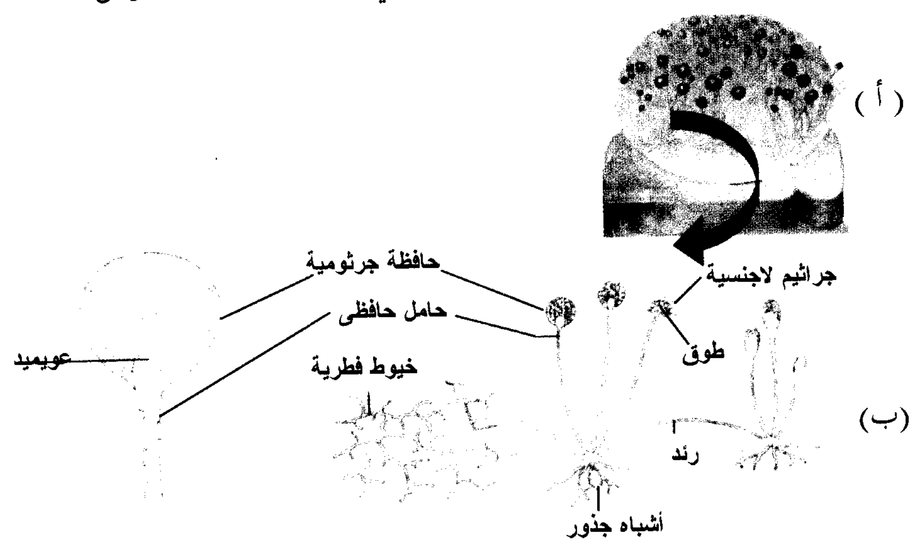
البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

يعتبر فطرة ريزوباس ستولونيفر *R. stolonifer* مثالاً للفطريـــات الزيجوتيـــة

المترممة. ويعرف بفطر عفن الخبز Bread mold لأنه ينمو بكثرة على الخبز الرطب. كما يسبب عفناً للعديد من الفواكه والثمار والخضروات المخزونة بطريقة غير سليمة. كما يمكن للفطر أن يعيش مترمماً في التربة وعلى بعض المواد العضوية المعرضة للهواء في الأماكن الرطبة، كما أنه يلوث كثيراً من المزارع البكتيرية والفطريات في المختبرات العلمية. عند نمو الفطر يظهر على هيئة خيوط فطرية رفيعة جداً بيضاء ناعمة، ثم يتغير لونها تدريجيا إلى الأسود مما دعا إلى تسميته بعفن الخبز.

تركيب الثالوس Structure of thallus

يتكون الغزل الفطري في فطرة رايزوبس (شكل ٣-١٧) من خيوط غير مقسمة بحواجز وكثيرة التفرع. وتتميز إلى جزء زاحف يمتد فوق الطبقة التحتية للمادة التي تعيش عليها يعرف بالرئد أو المداد Stolon ويرسل إلى داخلها أشباه جذور Rhizoids متفرعة في مجموعات وتلتصق بالوسط النامي عليه الفطر فتتوغل فيه، ثم تمتص غذائها على حالة سائلة بفعل الإنزيمات التي يفرزها الفطر لهذا الغرض.



شكل (٣-١٧). فطرة رايزوبس كما يبدو على رغيف الخبز (أ)، وتركيب ثالوس فطرة رايزوبس كما يبدو تحت المجهر (ب).

تمتد مقابل كل مجموعة من أشباه الجذور حزمة من الخيوط الهوائية القائمة التي تكون فيما بعد الحوامل الجرثومية Sporangiophores التي تحمل أطرافها الحوافظ الجرثومية Sporangia، والتي تحتوى على الجراثيم الحافظية (اللاجنسية)، يفصل الحافظة الجرثومية عن الحامل الجرثومي حاجز نصف كروي يسمى العويميد Columella.

الخصائص التكاثرية (طرق التكاثر) Reproductive characteristics

١ – التكاثر الخضري

يتم التكاثر الخضرى Vegetative reproduction في فطرة رايزوبس بتفتيت خيوط جسم الفطر إلى أجزاء صغيرة، تنمو كل واحدة منها نمواً قمياً Apical لتكوين خيط فطري جديدة . وإذا نقل جزء من الغزل الفطري النامي على وسط غذائي مناسب فإنه ينمو ليعطى خيوطا جديدة.

٢ – التكاثر اللاجنسي

يتكاثر فطرة ريزوباس لاجنسيا Asexual reproduction عند وفرة الغذاء، فبعد فترة من نموه يصبح الجزء الطرفي من الخيط الهوائي مليئاً بالأنوية والسيتوبلازم، وينفصل عن بقية الخيط بجدار مستعرض. وتنقسم محتوياته إلى عدد كبير من الجراثيم Spores، ويعرف هذا التركيب بالحافظة أو الكيس الجرثومي Sporangium وهو في حجم رأس الدبوس، ثم يأخذ الجدار المستعرض في البروز إلى داخل الحافظة الجرثومية مكوناً ما يعرف بالعويميد Columella حيث يدفع بالبروتوبلازم قرب حافة الحافظة، ثم لا يلبث هذا البروتوبلازم أن ينقسم داخل الحافظة إلى عدة أجزاء يُكون كل منها جرثومة تحاط بجدار وتحتوي على نواة واحدة.

وعند نضج الجراثيم يستمر العويميد في الانتفاخ مندفعا إلى داخل الحافظة الجرثومية،

ويسبب ذلك ضغطا على الجراثيم التي تضغط بدورها على جدار الحافظة الجرثومية فينفجر وتتناثر الجراثيم في الهواء، الذي يحملها وينقلها فإذا سقطت على بيئة غذائية ملائمة فإنها تأخذ في الإنبات لتعطي خيوطا فطرية جديدة. وبعد انتشار الجراثيم الحافظية يتبقى من جدار الحافظة الجرثومية جزء قاعدي يحيط بالعويميد ويعرف بالطوق

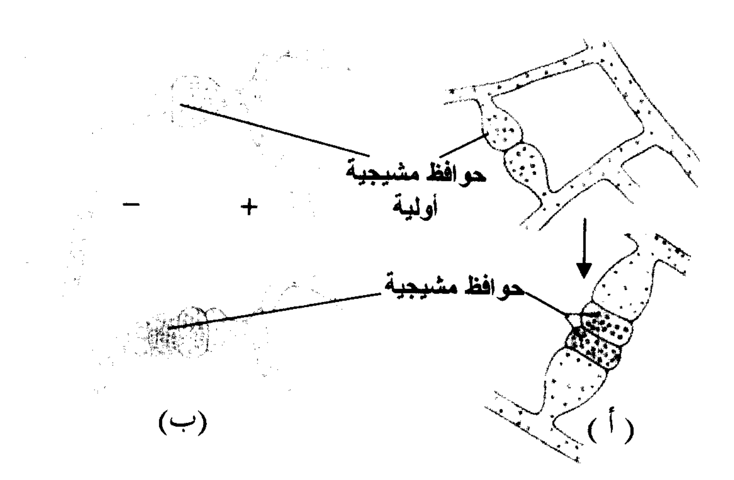
٣ – التكاثر الجنسي

يلجأ الفطر إلى التكاثر الجنسي Sexual reproduction إذا قل الغذاء وأصبحت الظروف البيئية غير ملائمة لنموه.والفطر متباين الثالوس heterothallic بمعنى أن الاتحاد الجنسي لا يتم إلا بين خيوط hyphae من غزلين فطريين mycelium مختلفين وراثيا. ويرمز لهذه السلالات (الغزل الفطري) المختلفة وراثيا بالسلالات الموجبة (+ plus) والسالبة - minus))، وقد وجد أن كل سلالة تفرز مجموعة هرمونية تعمل على جذب السلالة المقابلة لإحداث اتحاد من خلال تكوين خيوط جنسية متزاوجة

ويتم التكاثر الجنسي كما يلي :

يحدث التكاثر الجنسي في فطرة عفن الخبز بواسطة التزاوج Conjugation بين خيطين من نفس الغزل الفطري أو من سلالة واحدة أي ناشئين أصلاً من جرثومة واحدة وتعرف مثل هذه الأنواع بمتشابهة الثالوس (السلالة) Homothallic species. أو متجانسة الجسم الخضري (شكل ٣- ١٨ أ).

أما في أنواع أخري فيحدث التزاوج بين خيطين من غزلين فطريين مختلفين فسيولوجياً أي ناشئين من جرثومتين مختلفتين وراثياً يعرف أحدهما بالسلالة الموجبة (+) وأخرى بالسلالة السالبة (–) وتعرف هذه الأنواع بمتباينة الثالوس (السلالة) Heterothallic species أو مختلفة الجسم الخضري (شكل ٣- ١٨ ب).



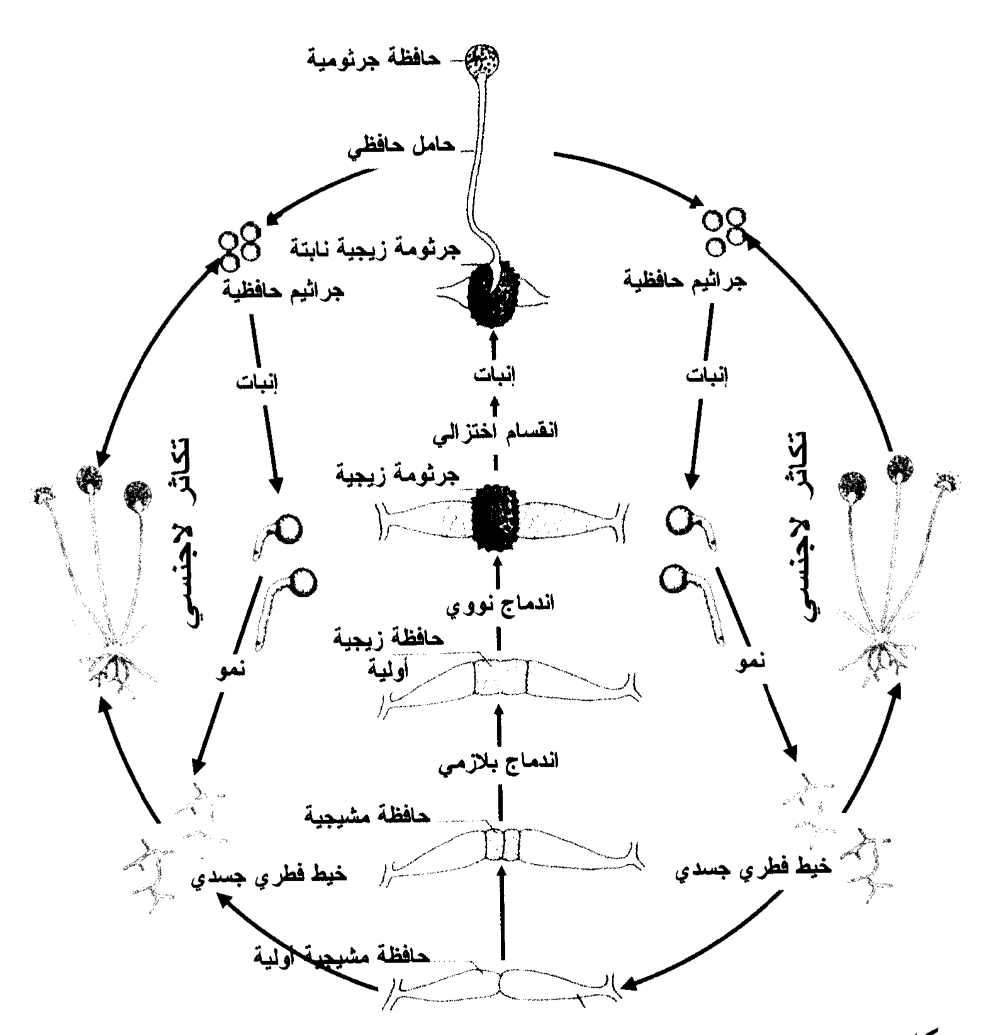
شكل (٣-١٨).أنماط التزاوج في فطرة رايزوبس (أ) سلالة متشابهة الثالوس، (ب) سلالة متباينة الثالوس.

ويتم التزاوج باقتراب الخيطين المتزاوجين المتوافقين نحو بعضهما البعض، ويخرج من كل منهما نتوء يتلاصقا معا، ويطلق على هذا النتوء بالحوافظ المشيجية الأولية .Progametangia . ثم تنتفخ الحافظتان المشيجيتان الأوليتان وتمتلئان بالبروتوبلازم ، ويتكون في كل منها جدار عرضي يقسمها إلى جزئين، الجزء الطرفي منها يسمى بالحافظة المشيجية Gametangium أما الجزء الذي يقع تحتها فيسمى بالمعلق Suspensor.

يذوب الجدار الفاصل بين الحوافظ المشيجية وتندمج محتوياتها اندماج بروتوبلازمى Plasmogamy. ثم تتحد الأنوية Karyogamy، وتتكون بذلك لاقحة zygote عديدة الأنوية،حيث تحيط نفسها بجدار سميك ويتكون نتيجة لذلك الجرثومة الزيجوية Zygospore (شكل ٣- ١٩).

وعندما يتحلل المعلقان تسقط الجرثومة الزيجوية وتظل ساكنة فترة من الزمن قد تمتد لعدة اشهر تتمكن في أثنائها من مقاومة الظروف البيئية القاسية كالجفاف

والحرارة وغيرها. وعندما تصبح الظروف البيئية مناسبة يحدث انقساما اختزاليا ينتج عنة عدة أنوية أحادية المجموعة الصبغية تختفي جميعا عدا واحدة هذه النواة الباقية قد تكون من النوع الموجب أو السالب ثم تنبت الجرثومة الزيجوية إذ يتشقق جدارها السميك ويخرج منها خيط فطرى واحد قصير ينتفخ طرفة مكون حافظة جرثومية تشبه تماما في شكلها الحافظة الجرثومية التي تتكون أثناء التكاثر اللاجنسى.



شكل (٣– ١٩). دورة حياة فطرة عفن الخبز رايزوبس ستولونيفر *Rhizopus stolonifer*.

الفصل الخامس

قسم: الفطريات اللاسوطية Amastigomycota

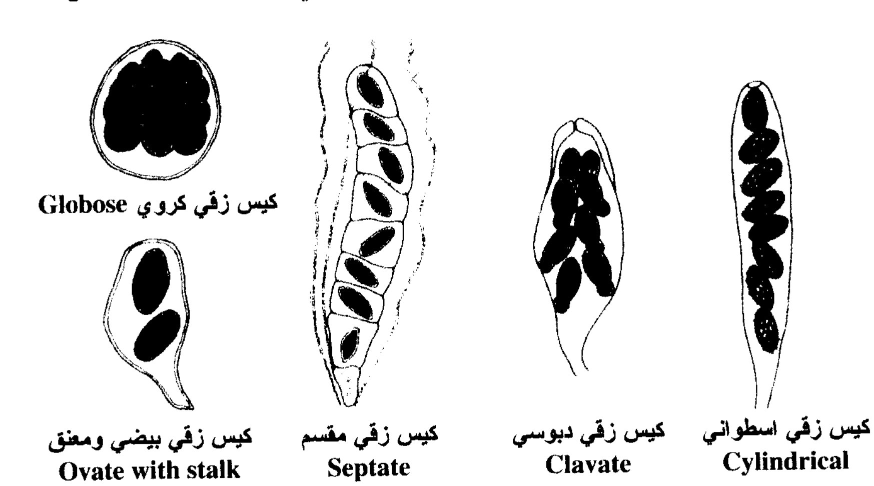
ثانيا : تحت قسم : الفطريات الزقية Subdivision : Ascomycota

طائفة: الفطريات الزقية (الكيسية) Class : Ascomycetes

الخصائص العامة General characteristics

- تعتبر هذه الطائفة أكبر طوائف الفطريات من حيث عدد الأنواع ، تتباين تبايناً كبيراً في حجمها وتركيبها وتكاثرها، وعادة يشار إلى الفطريات الزقية والبازيدية بالفطريات المتقدمة ذلك لأنها تظهر تعقيداً أكبر من تلك التي سبق وصفها.
- تعتبر الفطريات الزقية (الكيسية) من الفطريات الواسعة الانتشار في الطبيعة، فبعضها تكون أرضية مثالية Terrestrial، والبعض الآخر تعد فطريات مياه بحار Marine fungi، والبعض منها يعيش مترمماً Saprophytic ، أما البعض الآخر فيعيش متطفلاً Parasitic . تسبب كثيراً من الأمراض النباتية، وكذلك أمراضاً جلدية وتنفسية للإنسان والحيوان.
- تتباين أفراد هذه الطائفة في الشكل والحجم، وتتدرج من وحيدة الخلية كالخمائر، إلى الفطريات الكبيرة ذات الأشكال والتراكيب الثمرية المميزة Fruit bodies كفطريات الكمأة Truffles الصالحة للأكل .
- يتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية مقسمة بحواجز أو جدر عرضية إلى خلايا عديدة تحتوي كل منها على نواة واحدة أو أكثر.ويتركب القسم الأكبر من الجدار الخلوي من مادة الكيتين Chitin.
- الأكياس الزقية (الزقاق): تتباين أشكال وتراكيب الأكياس الزقية Asci بتباين اجناس الفطريات الزقية (شكل ٣- ٢٠) حيث قد تكون كروية Globose أو بيضية Ovoid أو اسطوانية Cylindrical أو غير ذلك. كما أنها قد تكون جالسة Sessile أو معنقة Stalked، وقد تكون عارية Naked أو مغطاة Covered داخل ثمرة زقية Ascocarp.

ويتكون الكيس الزقي من تجويف يتواجد بداخله الجراثيم الزقية وعـــددها يكـــون ٨ جراثيم زقية أو مضاعفاها (أي ١٦ أو ٣٢ أو ٦٤ الخ) ويتوقف أحياناً عدد الجـــراثيم الزقية بكل زق على عدد الانقسامات غير المباشرة التي تحدث في الزق (شكل ٣-٢٠).



شكل (٣- ٢٠) طرز مختلفة من الأكياس الزقية التي تمثل بعض أجناس الفطريات الزقية.

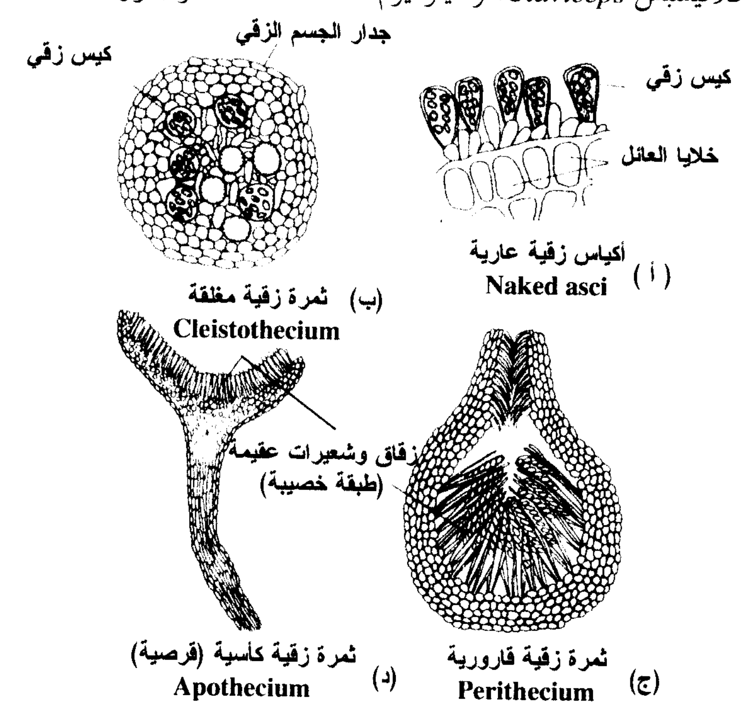
وعادة تتكون الأكياس الزقية، داخل أجسام ثمرية زقيـــة (الثمـــار الزقيـــة) Ascocaprs **وتأخذ الثمار الزقية ثلاثة أشكال رئيسية** (شكل ٣- ٢١) **هي:**

١ – **الثمرة الزقية الكأسية (القرصية – المكشوفة) Apothecium** : وهي تكـــون كأسية الشكل أو فنجانية تبطنها الزقاق من السطح الداخلي وتحمل الأكيـــاس الزقية في أوضاع متوازية على ســـطوحها الخارجيـــة. مثـــل البزيـــزا *Peziza* والمورشيلا *Morchella*.

٢ – **الثمرة الزقية الكروية (المغلقة) Cleistothecium** : وتكون كروية ويكـــون الزقاق فيها على هيئة مجموعة تحتل فراغها المركزي، وهي لا تفتح عند النضج. ولا تترتب الأكياس الزقية فيها بترتيب معين بل تكون متناثرة.وتنتشر جراثيمها بعد تحلل أو تمزق جدار الجسم الثمري.مثل فطريات اليوروشيام *Eurotium sp.*

والتالاروميسس *Talaromyces*.

٣ – الثمرة الزقية القارورية (الدورقية) Perithecium : وتكون على هيئـــة تركيـــب قاروري الشكل ذي فتحة قمية تسمى فوهة Ostiole. ومجموعة مـــن الزقـــاق في الجزء القاعدي. وتترتب الأكياس الزقية متوازية بشكل طبقة عمادية مثل فطريات كلافيسبس *Claviceps*، وكيتوميوم *Chaetomium*، وفينتوريا *Venturia*.



شـــكل (٣-٢١). الطـــرق المختلفـــة لحمـــل الأكيـــاس الزقيـــة في الفطريـــات (عن Alexopoulos and Mims, 1979 بتصرف).

التكاثر: تتكاثر الفطريات الزقية بطريقتين هما :

١ – التكاثر اللاجنسي

تتكاثر الفطريات الزقية لا جنسياً غالباً بتكوين الجراثيم الكونيدية التي تحمـــل في سلاسل على حوامل كونيدية Conidiophore، والحوامل الكونيدية تكون متفرعة،

أو غير متفرعة وتنشأ من خيط لجسد الفطر. وتكون الحوامل الكونيدية إما مفردة Solitary، أو في مجاميع Groups. وفي الفطريات وحيدة الخلية يحدث التكاثر اللاجنسي بالتبرعم Budding أو من إنبات جراثيم برعمية Blastospores، أو بالانقسام المباشر (الانشطار) Fission

٢ – التكاثر الجنسي

وفيه تقوم بعض الخيوط الفطرية (الهيفات) في الثمرة الزقية الناضجة بتكوين أعضاء تذكير (أنثريدات Antheridia)، وأعضاء تأنيث (أسكوجونات Ascogonia) وتبعاً لنوع الفطريات فإن هذه الأنثريدات والأسكوجونات وكذلك الخيوط الفطرية التي تكونها قد تنتمي إلى نفس السلالة، أو إلى سلالتين مختلفتين وراثياً.

أمثلة نموذجية Representative members

رتبة الإندوميسيتات

١ – فطرة الخميرة (Yeast) *Saccharomyces* sp

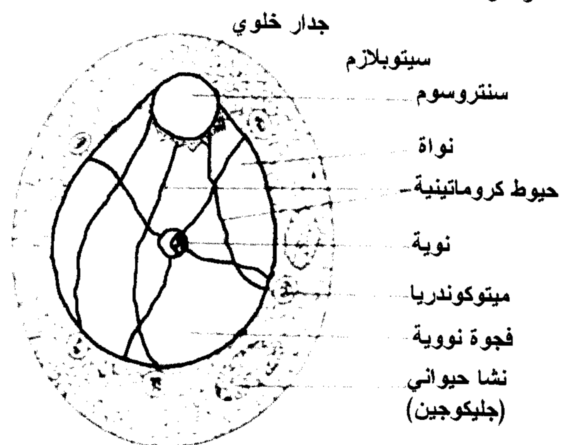
البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

تنتشر الخميرة انتشاراً واسعاً في الطبيعة. وتوجد على المحاليل السكرية المعرضة للهواء، وفي رحيق الأزهار وأسطح الثمار وعلى الثمار المتحللة والحبوب والمواد المتحللة بالتربة. يعيش بعض أنواعها إما متكافلاً أو متطفلاً على الإنسان وبعض الحيوانات مسببة لهم الأمراض أحياناً، وينمو بعضها على الأغذية فتفسدها.

الشكل والتركيب Shape and Structure

تعتبر الخميرة من الفطريات الزقية التي لا تكون أجساماً ثمرية زقية. وفطرة الخميرة وحيدة الخلية، مستديرة أو بيضاوية الشكل أو مستطيلة أو مضلعة (شكل ٣-٢٢). وأحياناً تتصل خلايا الخميرة بعضها ببعض مكونة سلاسل من

الخلايا، ومكونة ما يسمى بالغزل الفطري الكـاذب Pseudomycelium. تحـاط خلية الخميرة بجدار خلوي محدد يتكون من الكيتين. وتمتاز بأنها غنية بالسيتوبلازم الذي يملأ الخلية ويمتلئ بحبيبات صغيرة من مواد بروتينية ودهنية وسكرية، ومـواد مدخرة مثل الجليكوجين (نشا حيواني Glycogen) وحبيبات فوليوتينية Volutin. ويوجد بالخلية جهاز نووي Nuclear apparatus يتكون من نواة حقيقية، بجانبها فجوة عصارية كبيرة، وتحتوي على خيوط كروماتينيـة (كرومومسـومات) هـذا بالإضافة إلى الميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية والريبوسومات (شكل ٣-٢٢).



شكل (٣-٢٢). تركيب الخلية الخضرية في فطرة الخميرة.

التكاثر (الخصائص التكاثرية) Reproduction characteristics

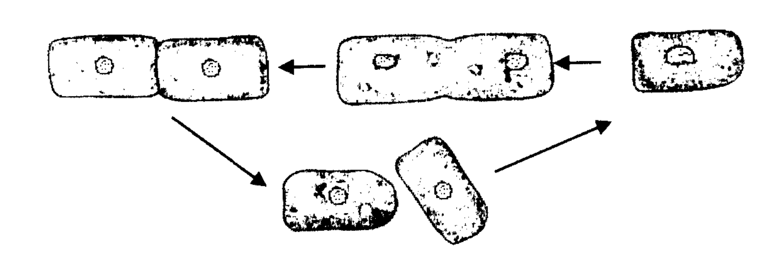
تتكاثر الخميرة بإحدى الطرق الآتية :

(١) التكاثر اللاجنسي (الخضري)

تتكاثر الخميرة تكاثراً لا جنسياً **بالطرق التالية تبعاً لنوع الخميرة :-**

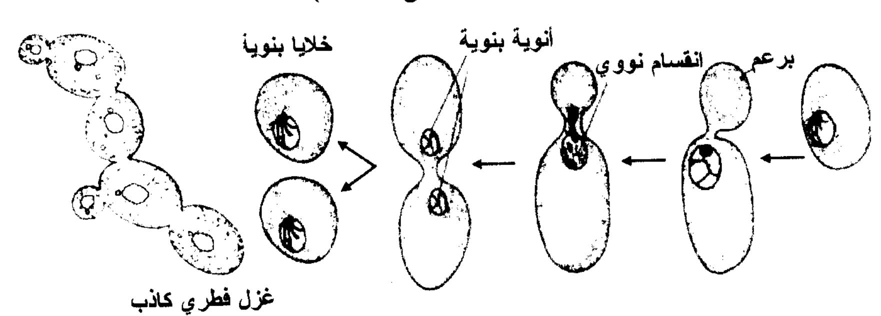
(أ) الانقسام الثنائي البسيط (الانشطار - الانشقاق) Binary fission: وفيه تسـتطيل الخلية الأم والنواة ،ثم يحدث تخصر (اختناق السيتوبلازم) في منتصفها. ثم يحدث اختناق في جدار الخلية المحيط بالسيتوبلازم وبتعمق الاختناق يتوزع السيتوبلازم بالتساوي بين جزئي

الخلية، ويعقبه انقسام النواة الأصلية إلى نواتين متشابهتين تتجه كل واحدة منـــهما إلى أحد الخلايا البنوية، ثم يتكون جدار فاصل في منطقة التخصر فيقســـمها إلى خليـــتين بنويتين (شكل ٣-٢٣). تنمو كل خلية بنوية في الحجم مكونة خلية بالحجم الطبيعي .



شكل (٣-٢٣). التكاثر اللاجنسي في فطرة الخميرة بالانقسام (الانشقاق) الثنائي البسيط.

(ب) التبرعم **Budding** : ويحدث ذلك بزيادة مرونة جزء صغير من الجـــدار في طرف الخلية، ثم يندفع سيتوبلازم الخلية بما يحيط به من غشاء خلوي رقيق نحو الجزء المرن من الجدار، فيندفع الجدار المرن للخارج على هيئة برعم. تنقســـم النواة انقساماً ثنائياً بسيطاً إلى نواتين، يدخل أحدهما في البرعم ويظل الآخـــر في الخلية. يظل البرعم متصل بالخلية الأم Mother cell لفترة، بعـــد ذلـــك ينفصل عنها ليعطى خلية جديدة (شكل ٣-٢٤).

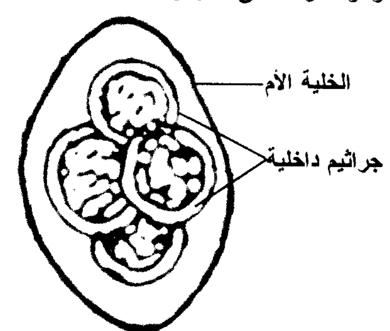


شكل (٣-٢٤).التكاثر اللاجنسي بالتبرعم في فطرة الخميرة وتكوين غزل فطري كاذب.

وقد تتكرر عملية التبرعم لعدة مرات حيث تُكَوّن الخلية البنوية Daughter cell برعم قبل أن تنفصل عن الخلية الأم . وبتكرار ذلك تتكون سلسلة من البراعم (مجموعة من الخلايا الخضرية المتفرعة أو الغير متفرعة) مكونة ما يسمى بالغزل الفطري الكاذب Pseudomycelium والخلايا الناتجة من عملية التبرعم قد لا تتصل ببعضها وتتفكك مكونة خلايا فردية (شكل ٣-٢٤).

(ج) **الانشقاق التبرعمي Budding fission** : حيث يتكون البرعم بالطريقة العادية السابقة. ولكنه ينفصل عن الخلية الأصلية بجدار مستعرض بدلاً من التخصير، ثم ينفصل عن الخلية الأم ليكون خلية بنوية جديدة.

(د) **تكوين الجراثيم الداخلية Endospores** : تلجأ فطرة الخميرة إلى التكاثر بهذه الطريقة (شكل ٣-٢٥) في حالة عدم توفر الظروف البيئية المناسبة، حيث تنقسم النواة انقسامين ميتوزيين متتاليين وبذلك يتكون أربع أنوية، ثم تحاط كل نواة بجزء من السيتوبلازم الذي يفرز حول نفسه غلافاً سميكاً يقاوم به المؤثرات الخارجية، ويسمى كل جزء جرثومة (٤ جراثيم داخلية)، وعند توفر الظروف المناسبة يتمزق الجدار الأصلي للخلية الأم ، وتتبعثر الجراثيم في الهواء. ثم تنمو وتكون كل جرثومة خلية خميرة جديدة .



شكل (٣-٢٥). تكاثر فطرة الخميرة عن طريق تكوين جراثيم داخلية.

(٢) التكاثر الجنسي (التزاوجي)

يتم هذا النوع من التكاثر عندما يكون الغذاء قليلاً في البيئة الغذائية أو البيئة الجافة، وهذا النوع من التكاثر غير شائع في فطريات الخميرة ولا يحدث إلا في أنواع قليلة منها مثل فطرة خميرة الخباز *Saccharomyces cerevisiae*، وذلك لأنه بصفة عامة لا تتكون في فطريات الخميرة أي أعضاء جنسية متخصصة مثل الفطريات الراقية الأخرى. ويتم التزاوج بين خليتين متماثلتين في الحجم، ولكن متباينتين في المظهر، والخلايا المتزاوجة قد تكون خلايا خضرية Vegetative cells، أو خلايا زقية Ascospores. وقد يحدث التزاوج إما بين خليتين خضريتين أحاديتي المجموعة الصبغية، وإما بين جرثومتين زقيتين تقومان بوظيفة حافظتين مشيجيتين متزاوجتين.

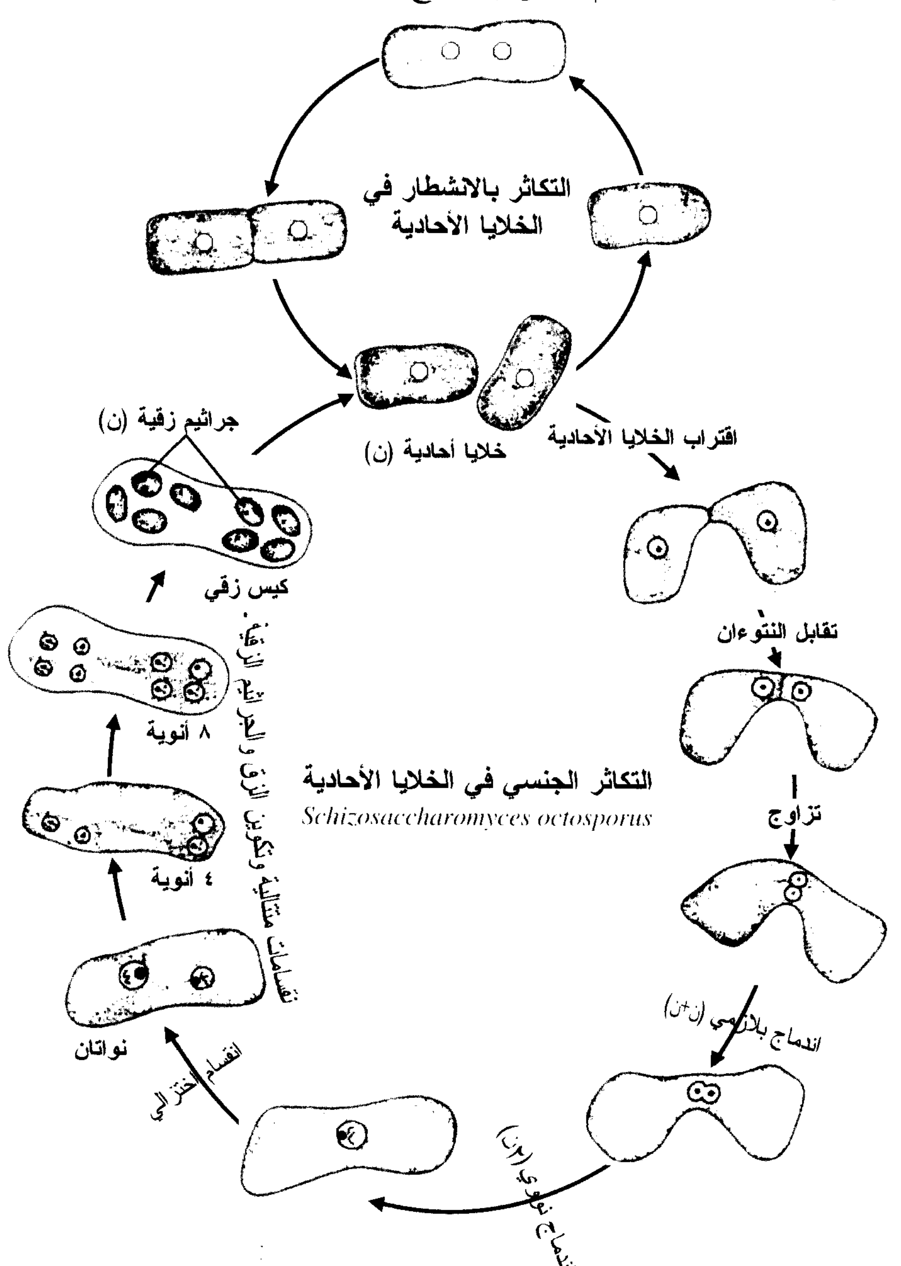
(أ) التكاثر الجنسي في الخلايا الأحادية (متماثلة الثالوس homothallic)

وفيه تقترب خليتان (خضريتان ناشئتان من خلية أمية واحدة) من بعضهما البعض وتكون كل منها بروز أو نتوء صغير، ثم يتقابل البروزان ويلتصقان ويذوب الجدار الفاصل بينهما وتتكون قناة تزاوج ثم يحدث اندماج بلازمي، ثم اندماج نووي، وتتكون نواة ثنائية المجموعة الصبغية (لاقحة ٢ن تسمى الكيس الزقي). تنقسم ثلاث انقسامات متتالية أولها اختزالي، وبذلك يتكون ٨ أنوية أحادية المجموعة الصبغية، ثم تتغلف كل نواة بجزء من السيتوبلازم وجدار سميك وبذلك تتكون ٨ جراثيم زقية (ن)، (داخل كيس زقي عار) والتي تسلك مسلك خلايا خضرية (شكل ٣-٢٦).

(ب) التكاثر الجنسي في الخلايا الثنائية (متباينة الثالوس Heterothallic)

وفيه تنقسم خلية الخميرة الثنائية (٢ن) انقسامين متتاليين أولهما اختزالي والثاني انقسام مباشر ليتكون في النهاية ٤ أنوية أحادية المجموعة الصبغية التي تتحول إلى ٤ جراثيم زقية (داخل كيس زقية عار) أحادية (ن) متميزة جنسياً إلى جرثومتين سالبتين و جرثومتين موجبتين. وعندما تتحرر هذه الجراثيم من الزق تتكاثر خضرياً بجراثيم

أحادية موجبة وأخرى سالبة، ثم تتقابل في أزواج وتتحد وتكون خلايا ثنائية.



شكل (٣-٢٦). خطوات التكاثر اللاجنسي والجنسي في خلايا الخميرة الأحادية.

رتبة: يوريشيات

١ - فطرة بنسيليوم (تالاروميسيس *Talaromyces*) *Penicillium* sp.

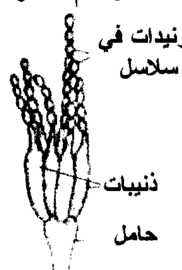
البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

من أكثر الفطريات انتشاراً في العالم، يعيش مترمماً على الكثير من المواد الغذائية مثل الخبز والجبن والبرتقال والليمون (عفن أخضر) والتفاح والكمثرى والعنب واللحوم مسبباً تعفنها. بعض أنواعه تسبب تلف الأجهزة العلمية والأقمشة والجلود.

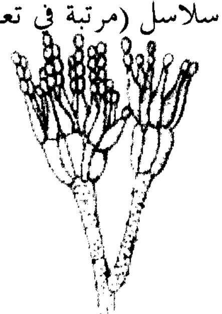
الشكل والتركيب Shape and Structure

اشتق اسم الفطرة بنسيليوم *Penicillium* من الكلمة اللاتينية Penicillus وتعني فرشاة (مقشة) . يتكون الغزل الفطري Mycelium من خيوط متشابكة تكون مقسمة، وغزيرة التفرع. والخيوط الفطرية قد تكون ملونة أو عديمة اللون. والخلية الفطرية تكون عادة وحيدة النواة، أو ثنائية الأنوية، أو عديدة الأنوية.

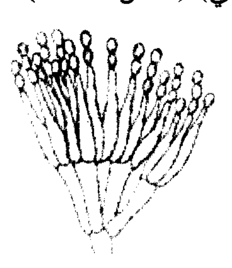
يتكون الحامل الكونيدي على الخيط الفطري ويكون مقسم بجدر عرضية ويكون متفرع عند نهاية طرفه إلى عدة فروع قصيرة تعرف باسم metulae. وتتفرع الأخيرة مرة أخرى إلى أفرع قصيرة أحادية النواة تعرف بالذنيبات (Sterigmata) قد تتفرع إلى ذنيبات (طرفية) ثنائية أو ثلاثية حسب الأنواع المختلفة للفطرة، وتحمل الذنيبات الجراثيم الكونيدية في سلاسل (مرتبة في تعاقب قمي) (شكل ٣-٢٧).



حامل كونيدي متماثل وحيد التفرع



حامل كونيدي غير متماثل بنسيليوم لانوسو كوريوليوم *P. lanoso-coeruleum*



حامل كونيدي متماثل ثنائي التفرع بنيسليوم فيرميكيولاتم *P. vermiculatum*

شكل (٣-٢٧). أشكال مختلفة للحوامل الكونيدية لبعض أنواع جنس بنسيليوم

التكاثر (الخصائص التكاثرية)

تتكاثر فطرة البنسيليوم جنسياً ولا جنسياً على **النحو التالي**:

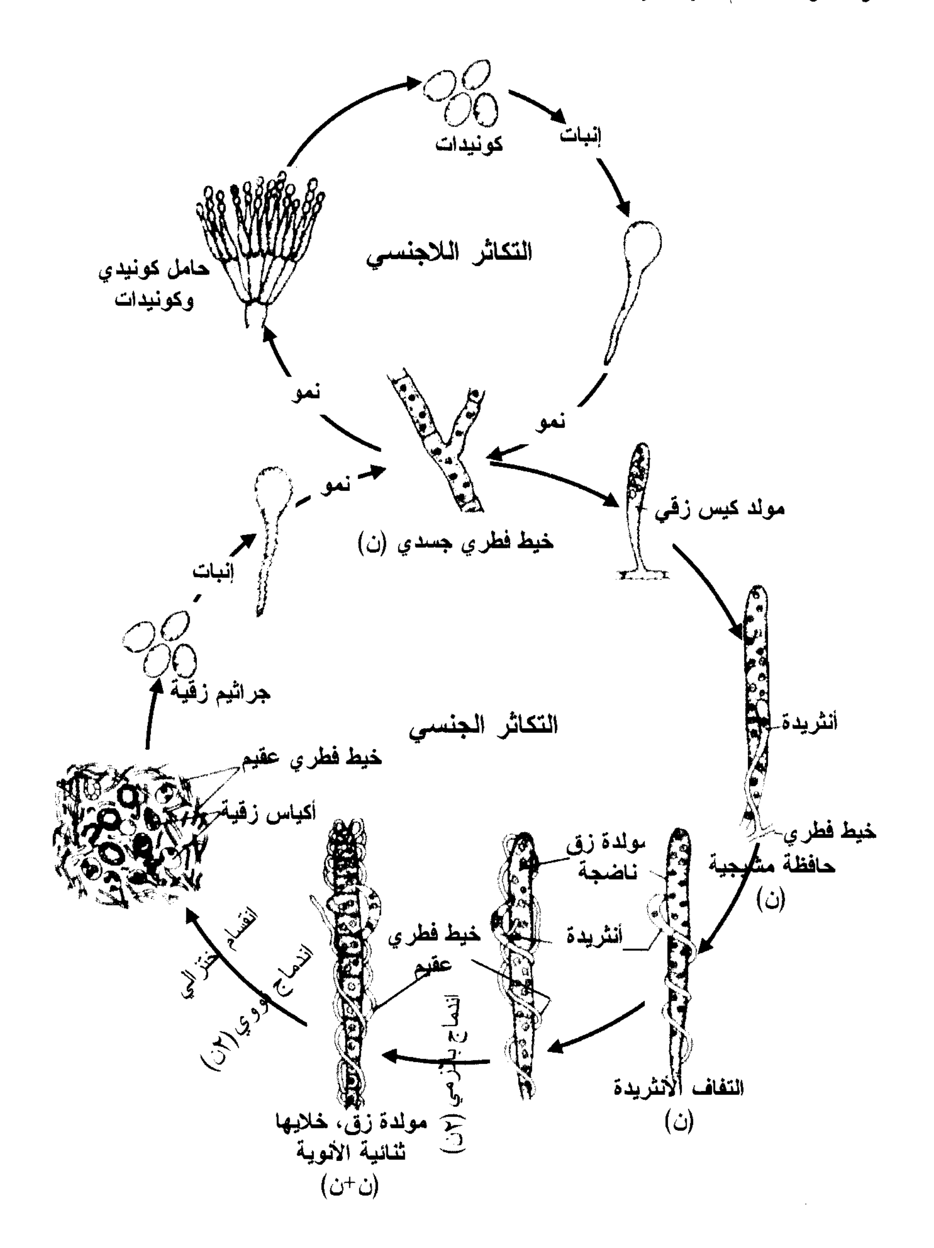
(١) التكاثر اللاجنسي

ويتم عندما تنفصل الجراثيم الكونيدية عن الذنيبات بفعل الرياح وعندما تستقر على الوسط الغذائي المناسب تنبت وتكون خيطاً فطرياً جديداً (شكل ٣-٢٨).

(٢) التكاثر الجنسي

لقد وجد أن الأنواع ذات الأطوار الجنسية (الأطوار التامة) تُكوّن أجسام ثمرية زقية كروية الشكل مغلفة Cleistothecia. عند حدوث التكاثر الجنسي يحدث اتحاد بين الحوافظ المشيجية (الأنثريدة والأسكوجونة)، وأحيانا تكون الأنثريدة غير فعالة، وعليه تقوم الأسكوجونة فقط بتكوين الجسم الثمري إجبارياً.

والنمط السائد في عملية التكاثر يبدأ بتكوين الفطر للأسكوجونة على هيئة نمو أنبوبي من أي خلية من خلايا الغزل الفطري أحادية النواة، بعدها تنقسم النواة انقساماً غير **مباشر** (ميتوزياً) عدة مرات منتجة ٣٢-٦٤ نواة أنبوبية. أثناء ذلك تتكون الأنثريدة على هيئة فرع أحادي النواة من خيط فطري مجاور. بعدها يلتف الفرع الأنثريدى حول الأسكوجونة وتذوب الجدر الفاصلة في نقطة التماس بين الجزء العلوي من عضو التذكير وعضو التأنيث وينقسم إلى عدد من الخلايا التي تعطي كل منها خيطاً زقياً تتكون عليه أكياس زقية كروية، يحتوي كل مها على ٤-٨ جراثيم زقية. يتكون بين الأكياس الزقية وحولها خيوط فطرية عقيمة، تؤدى في النهاية إلى تكوين الجسم الثمري المغلق (شكل ٣-٢٨).



شكل (٣-٢٨). التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي في فطرة بنسليوم فيرميكيولاتم *P. vermiculatum*.

٢ – فطرة أسبرجيللس (يروشيام *Eurotium*) *Aspergillus* sp

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

يعد الطور الغير تام (الكونيدى) لفطريات أسبرجيللس من أكثر الفطريات انتشاراً في الطبيعة حيث توجد الجراثيم الكونيدية للفطر في التربة. ينمو الفطر مترمماً على البقايا النباتية والحيوانية الرطبة، أو متطفلاً على أنواع مختلفة من الخضروات والفاكهة وعلى الكائنات الحية الحيوانية منها والنباتية والإنسانية. بعض أجناس فطرة أسبرجيللس قادرة على أتلاف اللحوم، وغيرها من المواد الغذائية والجلود والملابس. كما تسبب أمراضاً جلدية للإنسان ، وأمراض تنفسية تصيب الإنسان والحيوان.

الشكل والتركيب Shape and Structure

اشتق اسم الفطرة *Aspergillus* من الكلمة اللاتينية Aspergillum وتعني (رأس العبد) نسبة إلى الشكل المميز للحوامل الكونيدية. الغزل الفطري لفطرة أسبرجيللس متفرع ومقسم داخلياً ويخرج منه حوامل كونيدية قائمة، وغير مقسمة بجدر مستعرضة، وينشأ الحامل الكونيدى من خلية تعرف بخلية القدم التي تأخذ شكل حرف T مقلوباً ، وينتفخ طرف الحامل ليكون حويصلة Vesicle ثم تنشأ عن الحويصلة طبقة أو طبقتان من الذنيبات Sterigmata وتحمل الذنيبات في نهايتها الطرفية سلسلة من الجراثيم الكونيدية أصغرها ملاصق للذنيب وأكبرها حجماً يقع بعيداً عنه (شكل ٣-٢٩).

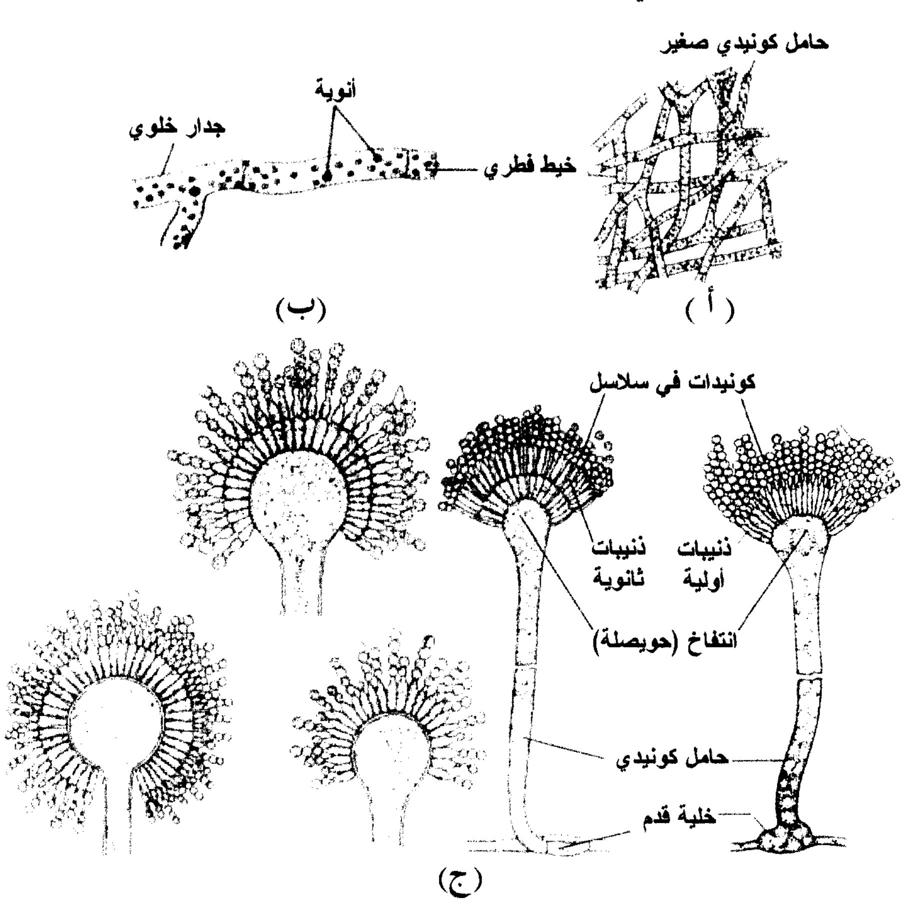
التكاثر (الخصائص التكاثرية)

(١) التكاثر اللاجنسي

ويتم عندما تنفصل الجراثيم الكونيدية وتنتشر بسهولة بواسطة الرياح، وعندما تستقر على الوسط الغذائي المناسب تنبت وتكون مباشرة غزلاً فطرياً جديداً .

(٢) التكاثر الجنسي

ينتج عن التكاثر الجنسي تكوين جسم ثمري زقي مغلق كروي الشكل يحتوي بداخله العديد من الأكياس الزقية. مع نضج الجسم الثمري يتمزق وتنتفخ الأكياس الزقية وتتحرر الجراثيم الزقية (تأخذ أشكال مختلفة حسب أنواع جنس أسبرجيللس)، التي تنبت عند الظروف المناسبة وتعطي كل منها فطرة جديدة.

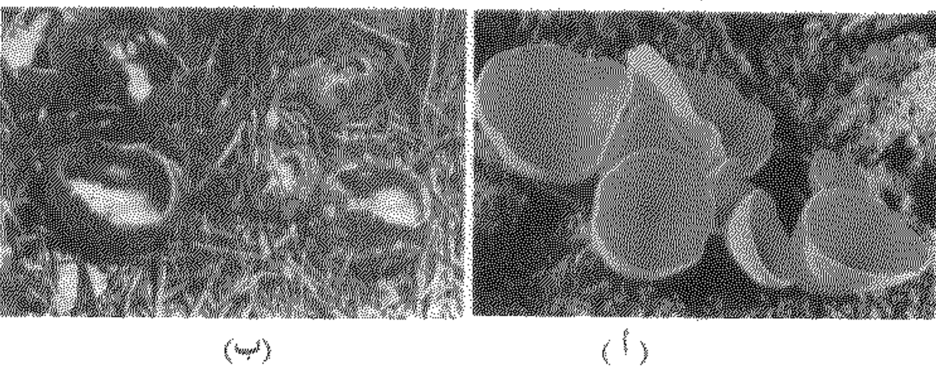


شكل (٣-٢٩). مجموعة من الخيوط الفطرية لفطرة أسبرجيللس (أ)، جزء من خيط فطري مكبر مقسم وعديد الأنوية (ب)، الحوامل الكونيدية والكونيدات لبعض أنواع جنس أسبرجيللس (عن الحسيني، محمد وآخرون ٢٠٠٢م بتصرف).

رتبة: البزيزات

فطرة بيزيزا

يعد فطرة بيزيزا ***Peziza*** واحدة من الفطريات الكيسية المعروفة بكؤوسها أو ثمارها الكيسية المثالية وتختلف ألوانها باختلاف الأنواع، فبعضها يميل لونه إلى البني الفاتح، أو البرتقالي أو الأحمر، ولذلك يمكن تمييزها بسهولة في أرض الغابة.، وتعيش الفطرة مترممةً على المواد العضوية في التربة أو على الأخشاب المتعطنة، وروث البهائم وأكوام السماد (شكل ٣-٣٠).



(ب) (أ)

شكل (٣-٣٠). مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل لفطرة بزيزا أورانتيا Pizia *aurantia* (أ)، وبزيزا فيسيكيولوزا *P. vesiculosa* (ب).

وعند دراسة قطاع عمودي للكأس الزقي للبيزيزا يتبين أنه يتركب من طبقة خصيبة Hymenium layer تتكون من صفوف من الأكياس الاسطوانية المتوازية، وتنتشر بينها وموازية لها شعيرات عقيمة Paraphysis تبطنها من الداخل. ويحتوي كل كيس زقي في العادة على ثمانية جراثيم زقية عديمة اللون تنتظم داخل الأكياس الزقية في صف واحد. ويلي الطبقة الخصيبة طبقة أخرى تسمى تحت الخصيبة Subhymenium layer وهي تتكون من خيوط فطرية متشابكة ويليها من الخارج جدار الكأس (شكل ٣-٣١).

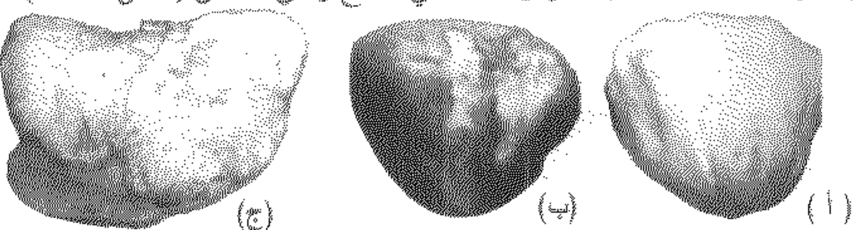
جسم ثمري
قرصي الشكل
(أ)
طبقة خصبية
طبقة تحت
خصبية
طبقة تحتية
(ب)
خيوط عقيمة
جراثيم زقية
كيس زقي
(ج)
طبقة خصبية
طبقة تحت خصبية
خيوط فطرية متشابكة

شكل (٣-٣١). مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل لفطرة بزيزا (أ)، رسم تخطيطي لقطاع عمودي في الثمرة الزقية الكأسية الشكل (ب)، جزء مكبر يوضح الأكياس الزقية الصولجانية الشكل والخيوط العقيمة والخيوط الفطرية المتشابكة (ج). (عن Uberto Tosco, 1973).

رتبة : التيوبيرات

فطرة الكمأ (الفقع) تيرمانيا *Tirmania*

يسمى بالفقع الصحراوي وهو يعيش متكافلا لجذور شجيرات نبات الرقروق التي تنمو في الظروف الصحراوية القاسية، ويرجع نموها في هذه الظروف إلى المعيشة التكافلية مع الفقع. ويوجد من الفقع الصحراوي حوالي أربع أصناف أو أكثر أشهرها الزبيدي (مثل تيرمانيا نيفيا *T. nivea*) ويكون لونه أبيض ثلجي ، والخلاسي (مثل تيرفيزيا بوديري *Terfezia boudieri* وثمرته بين البني الفاتح والبني الداكن (شكل ٣-٣٢).



شكل (٣-٣٢). الثمرة الزقية لفطرة الكمأة من النوع الزبيدي (أ)، والنوع الخلاسي (ب) وقطاع في الثمرة الزقية الناضجة في الطبقة الخصبية (ج).

الفصل السادس

قسم : الفطريات اللاسوطية Division : Amstigomycota

ثالثا : تحت قسم: الفطريات البازيدية Subdivision : Basidomycotina

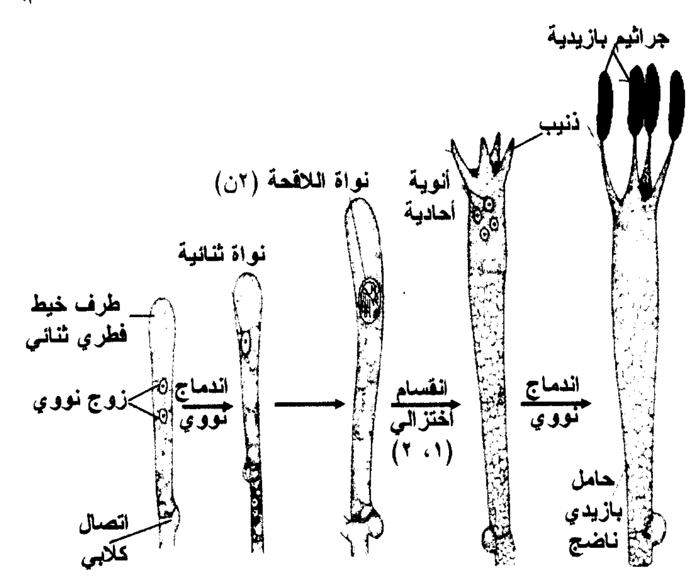
طائفة : الفطريات البازيدية (Class : Basidiomycetes (club fungi

الخصائص العامة General characteristics

- تعتبر الفطريات البازيدية من أرقي المجاميع الفطرية وأكثرها تعقيداً، وتضم مجموعة متباينة من الفطريات التي تختلف في أشكالها وأحجامها. فمن حيث الأهمية الاقتصادية، تضم أنواعاً ضارة وأنواعاً نافعة. ويتراوح عدد أنواعها ما يزيد عن ٢٥,٠٠٠ نوع موزعة في أكثر من ٥٥٠ جنس. أغلبها فطريات كبيرة الحجم، تعيش عادة متطفلة أو مترممة على التربة الغنية بالمواد العضوية وعلى بقايا جذوع الأشجار وكتل الخشب المتساقطة في أرضيات الغابات.
- تضم هذه الطائفة من بينها فطريات عيش الغراب التي تؤكل Mushroom، وعيش الغراب السام Toadstools والكرات النافخة Puffballs، والقرون العفنة Stink horns، وفطريات الأرفف Shelf fungi والفطريات الجيلاتينية Jelly fungi، والنجوم الأرضية Earth stars، وفطريات أعشاش الطير Nest's fungi وغيرها. كم يستخرج من بعضها مواد كيميائية مسببة للهلوسة مثل مادتي سيلوسيبن Psilocybin وسيلوسين Psilocin.
- تضم هذه الطائفة أيضاً فطريات مجهرية تتطفل دخل أنسجة النباتات الزهرية مسببة لها أمراضاً مختلفة مثل فطريات الصدأ Rust fungi، وفطريات التفحم Smut fungi. وبعضها يتطفل على أشجار الغابات وأشجار الظل.
- تتميز الفطريات البازيدية الفطريات الزقية بأن غزلها الفطري يتكون من خيوط فطرية غزيرة النمو، متفرعة ومقسمة بحواجز عرضية، وفى الأنواع الراقية منها

تتكون أجسام ثمرية كما في فطرة عيش الغراب.

- تختلف الفطريات البازيدية عن الفطريات الزقية في أنها لا تكون أعضاء جنسية مميزة، كما ان هناك جيلين متبادلين في دورة الحياة أحدهما أحادى المجموعة الصبغية (١ن) Haploid والجيل الثاني ثنائي المجموعة الصبغية (٢ن) Diploid.
- يمر غزل جسد الفطر بثلاث مراحل، فعندما يكون حديث التكوين أثناء إنبات الجرثومة البازيدية يتكون من خلايا متعددة الأنوية ، يليه مرحلة يكون فيها الغزل الفطري مقسم بجدر عرضية ويتكون من خلايا وحيدة النواة ويسمى بالغزل الفطري الأولي Primary mycelium، ثم يتطور ويكون غزل ذا خلايا ثنائية الأنوية يسمى بالغزل الفطري الثانوي Secondary mycelium. والغزل الفطري الثانوي هو المسئول عن تكوين وتطور الحوامل البازيدية بما عليها من جراثيم بازيدية (شكل ٣-٣٣). (السراني، عبد العزيز قبلان وآخرون ٢٠٠٢م).



شكل (٣-٣٣). الأطوار المتتالية في تكوين الحامل البازيدي في الفطريات البازيدية.

الخصائص التكاثرية

(١) التكاثر اللاجنسي

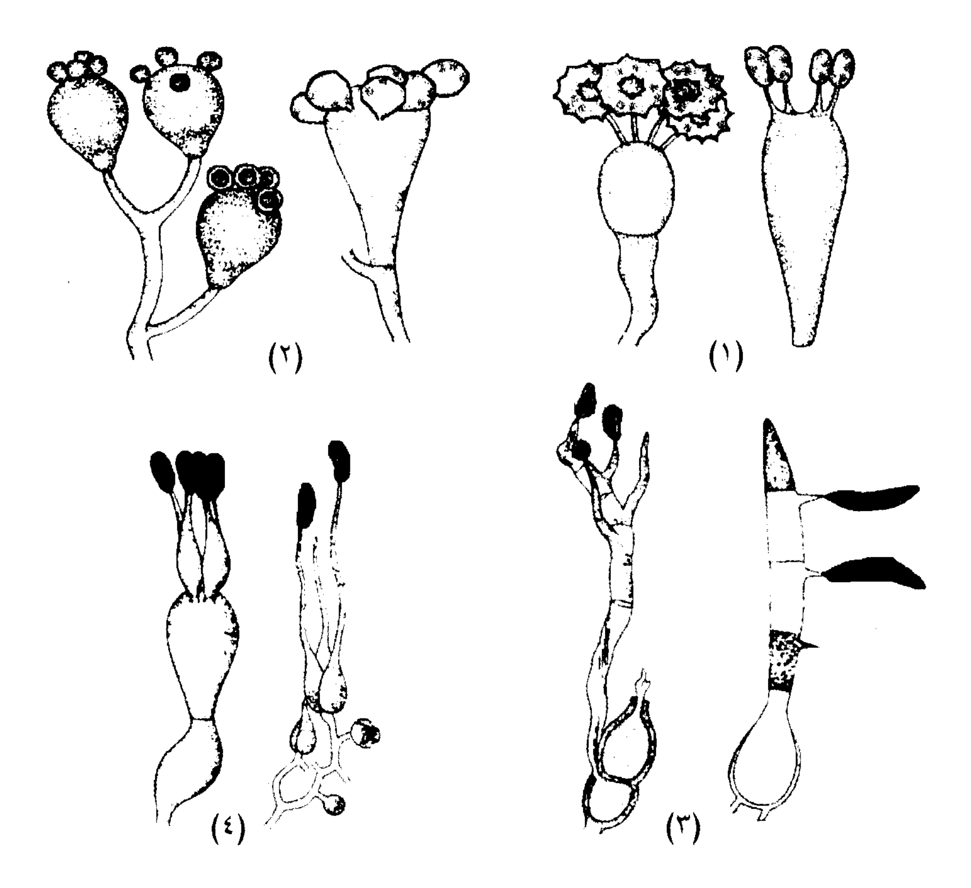
يتم عن طريق تكوين الجراثيم الكونيدية وهو أقل انتشاراً مـــن الفطريـــات البازيدية، كذلك بالجراثيم المفصلية Arthrospores (فتيتات صغيرة من الغزل الفطري وحيد الخلية). كما قد يتجزأ الخيط الفطري إلى خلايا منفصلة ويكـــون الأويـــدات Oidia (أجسام وحيدة الخلية وحيدة النواة أو ثنائية النواة تبعاً لمصدر تكوينها من غزل فطري أولي أو ثانوي) تعمل كل منها كجرثومة تنمو لتكون فطراً جديداً.

(١) التكاثر الجنسي

تتكاثر الفطريات البازيدية جنسياً عن طريـــق تكـــوين الجـــراثيم البازيديـــة Basidiospores التي تولد خارج تراكيـــب خاصـــة تعـــرف بالحوامـــل البازيديـــة (الدعامات) Basidia (اشتق منها اسم الفطريات البازيدية وهى تقابل الأكياس الزقية في الفطريات الزقية). والحوامل البازيدية (الدعامات) تقسم إلى:

(١) حوامل بازيدية متماثلـــة Homobasidia أو ذاتيـــة Autobasidia
وهي تكون غير مقسمة بجدر عرضية وتتكون من خلية واحدة، وتنتهي هـــذه الحوامل بأربع جراثيم بازيدة محمولة على ذنيبات وقد لا تتواجد ذنيبات بـــل تنشأ على الدعامة العلوية مباشرة (شكل ٣-٣٤) .

(٢) حوامل بازيدية متباينة Heterobasidia وهي تكون مقسمة إلى عـــدد من الخلايا ويعرف الجزء القاعدى منها بالدعامة السفلية Hypobasidium والجزء العلوى بالدعامة العلوية Epibasidium. والحوامل البازيدية المتباينة قد تكون مقسمة بجدر عرضية أو مقسمة بالطول، أو مفصصـــة تفصـــص عميق (شكل ٣-٣٤).



شكل (٣- ٣٤) بعض أنواع الحوامل البازيدية التي تنتهي بذنيبات (١)، والتي لا تنتهي بذنيبات (٢) ، الحوامل البازيدية المقسمة بالعرض (٣)، والمقسمة بالطول (٤) في الفطريات البازيدية.

تقسيم طائفة الفطريات البازيدية

تقسم طائفة الفطريات البازيدية إلى ثلاث تحت طوائف حسب الصفات التالية

١- شكل وتركيب الحوامل البازيدية، إما مقسمة أو غير مقسمة.

٢- عدد الجراثيم البازيدية التي يحملها كل بازيديوم، ما إذا كان محددا أو غير محدد.

٣- طريقة إنبات الجراثيم البازيدية.

أمثلة نموذجية Representative members

رتبة: الأجاريكات

١ – فطرة عيش الغراب (أجاريكاس) *Agaricus* sp

وأشهر الأنواع الصالحة للأكل والتابعة لجنس أجاريكس هو النوع أجاريكس بايسبوريس *Agaricus bisporus* الذي تستغل ثماره كغذاء، وأجاريكس كامبسترس *Agaricus campestris*، وأجاريكاس رودماني *Agaricus rodmani*، وأجاريكساس بلاكوميسس *Agaricus placomyces*

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

يعيش الفطر مترمماً في التربة الرطبة الغنية بالمواد الدبالية، وعلى كتل الأعشاب وبقايا جذوع الأشجار المتساقطة في أرضية الغابات. ويظهر عادة في بداية الربيع في الحقول العامة والغابات، وروث البهائم وأكوام السماد.

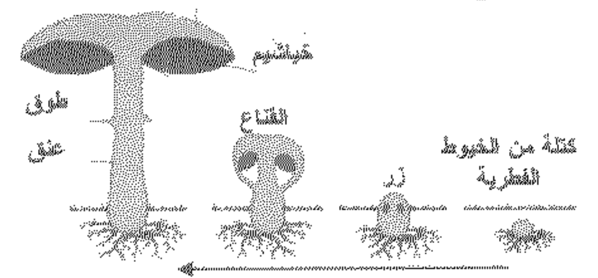
الشكل والتركيب Shape and Structure

يتكون جسم فطرة عيش الغراب من جزئين، جزء مطمور في التربة ويسمى بالجسم الخضري Vegetative body، وجزء يتكون فوق سطح التربة ويسمى بالجسم الثمرى Fruiting body أو الثمرة البازيدية للفطر (شكل ٣–٣٥).

- **الجسم الخضري** : يتكون الجسم الخضري من خيوط فطرية متفرعة ومقسمة بحواجز عرضية إلى خلايا، وكل خلية تحتوى على نواتين، ويعيش غالباً مطموراً في التربة أو في المادة العضوية التي ينمو عليها الفطر، ولذلك لا توجد فطريات عيش الغراب إلا في الأماكن التي يوجد فيها كمية من المواد العضوية.
- **الجسم الثمري** :ويسمى أيضا الثمرة البازيدية للفطر وهو يتكون فوق سطح التربة عندما تكون درجات الحرارة والرطوبة ملائمة، وعندها تكون خيوط الجسم الخضري قد امتصت قدراً كافياً من المادة الغذائية، تزيد في الحجم وتتحول إلى جسم صغير

منتفخ ويبضي الشكل يظهر فوق التربة ويسمى بالطور الـزراري Button stage، يكون مغطى بغشاء رقيق (القناع– النقاب)، لا يلبس أن يزيد هذا الانتفاخ في الحجم ويتمزق القناع ويخرج منه جسماً ثمرياً ينتفخ وينمو فوق سطح التربة على هيئة مظلة (شكل ٣ – ٣٥).

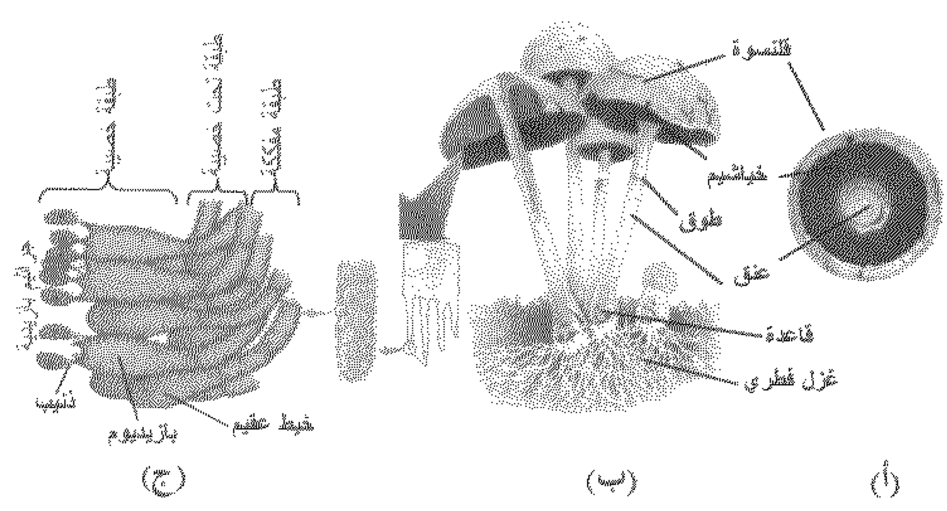




قطرة أجاريكس كامبيسترس
Agaricus campesteris

شكل (٣ – ٣٥). مراحل تطور (تكشف) الجسم الثمري لفطرة عيش الغراب

- ويتكون الجسم الثمري من قاعدة Base والعنق Stipe وبقايا القنـاع الممـزق والذي يسمى بالحلقة أو الطوق (annulus) Ring، ينتهي عند طرفـه العلـوي بقلنسوة (Cap) Pileus منتفخة تمتد أفقياً على شكل مظلة وتنتظم على سـطحها السفلي صفائح تشبه الخياشيم Gills تحمل الحوامل البازيديـة Basidia وعليهـا الجراثيم البازيدية Basidiospores (شكل٣ – ٣٥).
- وبعمل مقطع في القلنسوة عمودي على سطحها السفلي نجد أن الخياشيم تتكون من طبقة خيوط فطرية مفككة في الوسط تسمى التراما Trama تقع خارجها على كل من الجانبين طبقة خيوط أكثر كثافة وتشابك تسمى بالطبقة تحت الخصـيبة Subhymenial layer والتي يحدها من الجانبين طبقة تسمى بالطبقة الخصيبة (أولى الطبقات الخارجية) Hymenial layer وهي تتكون من البازيدات وما تحمله مـن جراثيم بازيدية وينتشر بينها بعض الخيوط العقيمة التي لا تحمل جراثيم (شكل ٣ – ٣٦) وتحمل كل بازيدية عادة ٤ جراثيم على أربع ذنيبات.



شكل (٣-٣٦). منظر سفلي لقلنسوة وخياشيم فطرة عيش الغراب (أ)، الشكل العام للجسم الثمري لفطرة عيش الغراب (ب)، قطاع عمودي في الخياشيم (ج).

الخصائص التكاثرية

(١) التكاثر اللاجنسي

يعد نادراً في فطريات عيش الغراب، ولكنه عندما يحدث يكون عن طريق تكوين الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores التي تنبت لتعطي الغزل الفطري.

(٢) التكاثر الجنسي

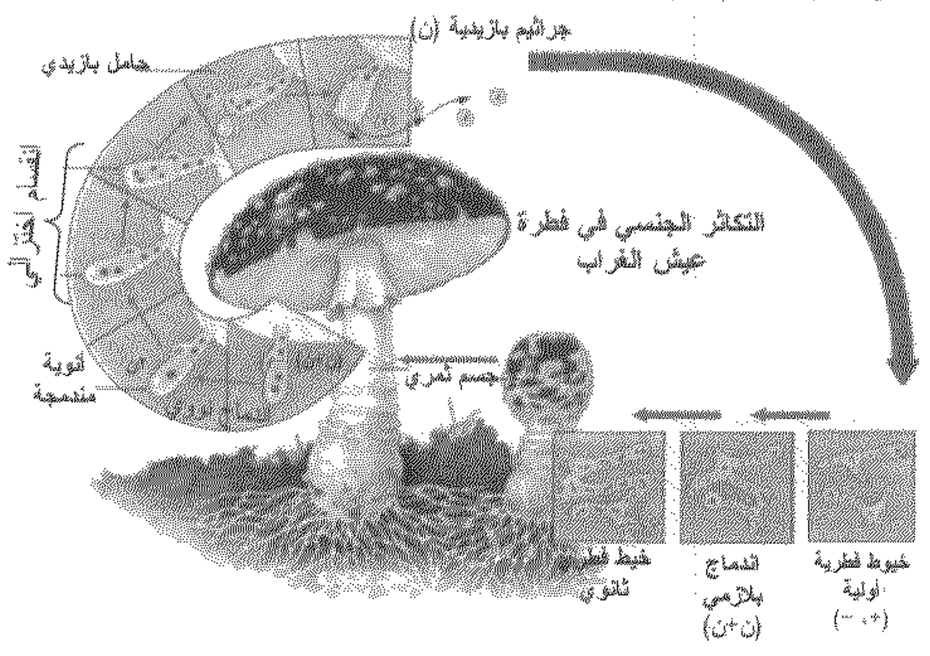
من المعروف أن الفطريات البازيدية لا تكون أعضاء جنسية مميزة، لذا فإن التكاثر الجنسي يتم عندما تكون ظروف درجة الحرارة والرطوبة ملائمة، ويبدأ بإنبات جراثومتين بازيديتين من سلالتين مختلفتين جنسياً different mating type (+، −) فتعطى كل منهما خيطا فطريا ابتدائيا primary mycelium ذو خلايا أحادية الأنوية، بعد ذلك تتقابل خيوط الغزل الفطري الابتدائي primary mycelium وينشأ عن ذلك اندماج بروتوبلاست الخليتين أحاديتي النواة دون حدوث اقتران فينتج عن ذلك تكوين خلية بها زوج من الأنوية (ن+ن) Bi nucleate cell.

وبعد ذلك تتكون الاتصالات الكلابية Clamp connections على الحـــواجز العرضية نتيجة لنمو فرع قصير خلف حاجز عرضي مباشرة، وهذا الفرع ينحني إلى أن يلامس الخلية التي على الجانب الآخر من الحاجز العرضي، وينتقل عن طريقـه زوج الأنوية، ثم تمتزج محتويات الخليتين المتجاورتين ثنائية النـــواة Binucleat mycelium. ويتكون الخيط الفطري الثانوي Secondary mycelium (شكل ٣-٣٧).

تبدأ تكوين الثمرة البازيدية (الجسم الثمري) كانتفاخ صغير من خلايا الخيوط الفطرية ثنائية النواة، لا تلبث أن تزيد في الحجم إلى جسم صغير كروي الشكل يظهر فوق سطح التربة ويسمى بالطور الزرازى Button stage. وعندما يتابع هذا الطـــور نموه فإن الجزء الأسفل منه فيكون حاملاً اسطوانياً (Stalk or strip). أما الجزء العلوي ينتفخ مكوناً القلنسوة (قبعة) Pileus، وتنتظم علـــى ســـطحها الســـفلي الصـــفائح الخيشومية التي تحمل الحوامل البازيدية (البازيدات) والجراثيم البازيدية. وبذلك يتحول الطور الزرازى إلى الثمرة البازيدية الناضجة Basidiocarp (شكل ٣-٣٥).

يتكون كل حامل بازيدى عند بدء تكوينه من خلية واحدة ثنائيـــة الأنويـــة (+،−)،ثم تندمج النواتان لتعطى نواة مزدوجة، التي تنقسم انقسامين متتاليين أولهمـــا اختزالى وتعطى أربعة أنوية أحادية المجموعة الصبغية محمولة على ذنيبات قصيرة اثنتان موجبتان (+) وأثنتان سالبتان (−).

وعندما تنضج الجراثيم البازيدية فإنها تنطلق بعنف وتحمل بواسطة الهـــواء إلى مسافة بعيدة، فإذا سقطت على تربة مناسبة فإنها تنبت وتعطي كل جرثومة نابتة غزلاً فطرياً ابتدائياً خلاياه أحادية النواة Monokaryotic mycelium، وهو إما أن يكـــون ذو سلالة موجبة (+) أو سلالة سالبة (−) حسب نوع الجرثومة، وبذلك تتكرر دورة الحياة من جديد (شكل ٣-٣٧).



شكل (٣-٣٧). المراحل المختلفة في دورة حياة فطرة عيش الغراب (عن Solomon & Others 1998).

رتبة: الأصداء

فطرة صدأ القمح

تسبب فطرة (باكسينيا جرامينيس ***Puccinia graminis*** مرض الصدأ الأسود في القمح Black rust of wheat وهي أجبارية التطفل، أي لا يمكنها أن تعيش إلا على النبات العائل الخاص بها، وتتم دورة حياتها على نباتين عائلين مختلفين، أحدهما نبات من الفصيلة النجيلية ذات الأهمية الاقتصادية مثل القمح، الشعير، والآخر هو أحد أنواع البري بري وهو بيربيرس فوجارس *Berberis vulgaris*.

دورة حياة الفطرة Life cycle

تتميز دورة حياة الفطرة بأنها طويلة ومعقدة، لذا فإنه يتكون أثناءها خمسة أطوار جرثومية مختلفة وتتم دورة حياة الفطر (شكل ٣- ٣٨) كالتالي:

١ – الطور اليوريدي Urido stage

تبدأ الإصابة الأولية لنبات القمح أو غيره من النجيليات (التي تمثل العائل الأول في دورة الحياة) بواسطة جراثيم منتشرة في الهواء هي الجراثيم اليوريدية أو الجراثيم الأسيدية. فإذا ما قيأت لها الظروف المناسبة للإنبات تظهر في مجموعات كبيرة على سطح الورقة على هيئة بثرات يوريدية Uridosori مستطيلة لونها أصفر أو برتقالي.

يطلق على الطور اليوريدي في هذه المرحلة اسم طور الصدأ الأحمر Red rust stage. والجرثومة اليوريدية بيضية مستطيلة الشكل، أو مستديرة، برتقالية اللون ومعنقة. وهي تتكون من خلية واحدة، سميكة الجدار الخارجي، وبداخلها نواتين منفصلتان، ولها عدد من ثقوب الإنبات. وعند انفصال الجراثيم عن البثرات وعندما تسقط على أوراق أخرى من نفس العائل فإنها تنبت عندما تتوفر لها ظروف الإنبات المناسبة مسببة ظهور أجيال متعاقبة من الطور اليوريدي خلال موسم النمو الواحد. ويعتبر انتشار الإصابة بواسطة الجراثيم اليوريدية عملية تكاثر لاجنسي وتسمى في بعض الأحيان بالطور المتكرر Repetor stage أي أن الفطرة يمكن أن تكون أجيالا متتالية في هذا الطور خلال موسم النمو لذا فهو أكثر الأطوار اضرارا بنبات القمح.

٢ – الطور التيليتي Teleuto stage

يظهر الطور التيليتي قرب نهاية موسم النمو للمحصول المصاب في شكل بثرات بنية داكنة اللون تتكون في مكان البثرات اليوريدية وتعرف بالبثرات التيليتية Teleutosori وتتكون الجراثيم التيليتية داخل هذه البثرات. (شكل ٣-٣٨) ويطلق على الطور التيليتي في هذه المرحلة اسم طور الصدأ الأسود Black rust. تتكون الجرثومة التيليتية من خليتين بينهما تخصر. وتحتوي كل خلية وهي صغيرة على نواتين (أحاديتي المجموعة الصبغية(ن+ ن) تندمجان في نواة واحدة ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) عند اكتمال نضج الجرثومة، وهي معنقة، ولها قمة مدببة، وجدارها الخارجي سميك ولكنه ناعم وأملس، ولونه بني داكن وكل خلية لها ثقب إنبات قمي.

٣ – الطور البازيدي Basidio stage

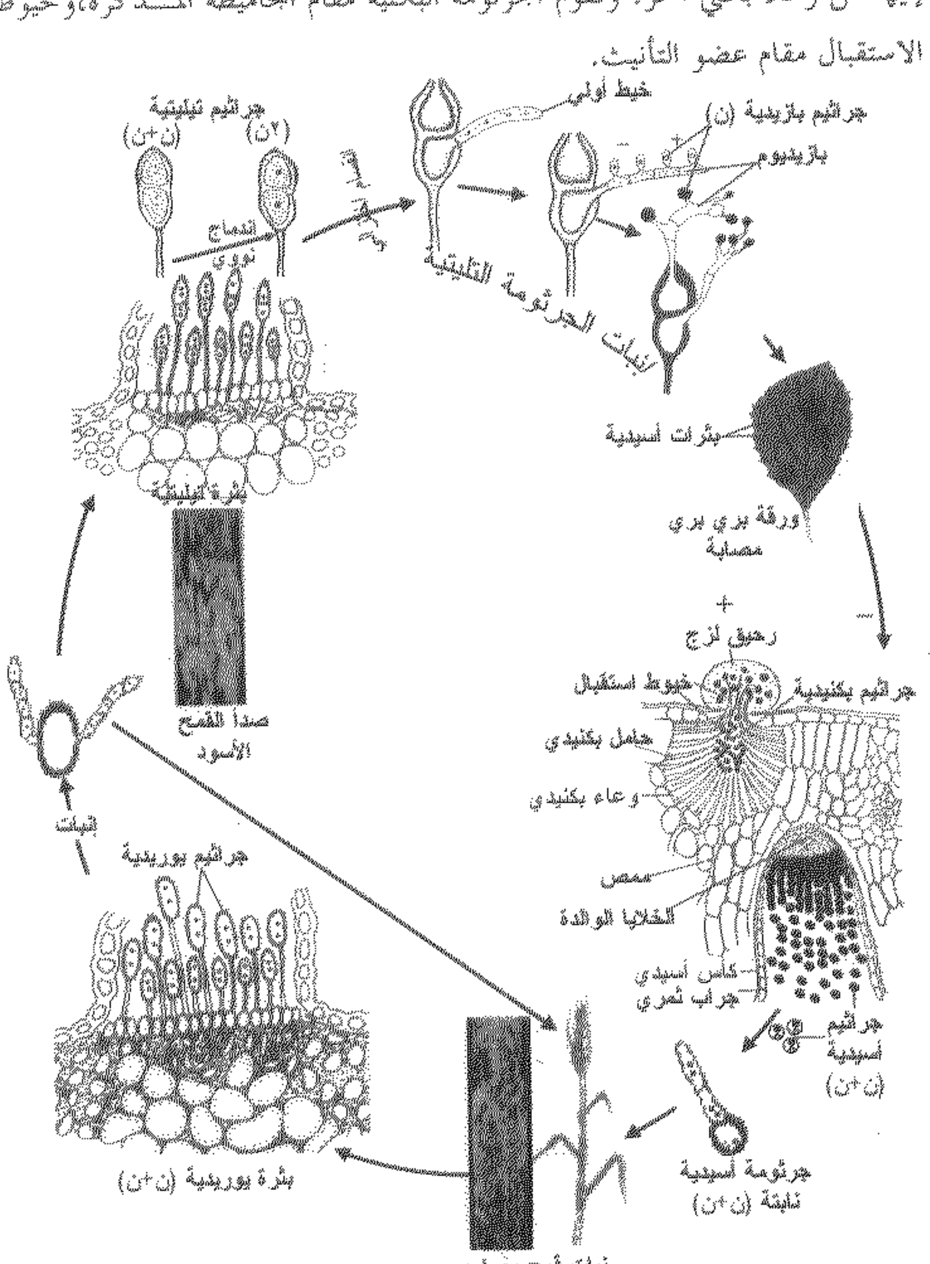
تكون دورة حياة الفطريات كاملة في البلاد التي يوجد بها نبات البرى برى ، حيث تنبت الجرثومة التيليتية عند ملائمة ظروف النمو ، ويخرج من كل ثقب إنبات خيط قصير محدود النمو يسمى بالحامل البازيدي Basidium. وتنقسم نواة الخلية التيليتية انقسامين متتالين أحدهما اختزالياً فيتكون أربعة أنوية أحادية المجموعة الصبغية (ن). ثم تنتقل الأنوية إلى الحامل البازيدي لتترتب داخله، حيث ينقسم الحامل البازيدي بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا، كل خلية تحتوي على نواة واحدة. ثم ينبثق من كل خلية ذنيب يحمل في قمته جرثومة بازيدية تنتقل إليها النواة. وبذلك تتكون أربع جراثيم بازيدية خارج الحامل البازيدى المقسم (شكل ٣-٣٨) والجرثومة البازيدية وحيدة الخلية وحيدة النواة (وحيدة المجموعة الصبغية ن) رقيقة الجدار بيضية الشكل. ويمتاز فطر الباكسينا بأنه متغاير الثالوس ولهذا فإن الجراثيم البازيدية الأربعة تتميز إلى سلالتين اثنتان من النوع السالب (−)، واثنتان من النوع الموجب (+). تنفصل الجراثيم بعد نضجها عن الحامل وتنتقل بواسطة الرياح لتصيب نبات البرى برى (الذي يمثل العائل الثاني في دورة الحياة).

٤ – الطور البكني Pycnio stage

عندما تسقط الجرثومة البازيدية على سطح أوراق نبات البرى برى، فإنها تبدأ بالإنبات مكونة أنبوبة إنبات التي تنمو على هيئة خيطاً دقيقاً يخترق الجدار الخارجي لخلية البشرة، ثم ينتج الغزل الفطري على السطح العلوي للأوراق أوعية بكنية Pycnia، قارورية الشكل. وتحوي فتحة ضيقة تشبه الثقب تسمى فوهة (شكل ٣- ٣٨).

يتكون داخل الوعاء ابكني خيوط خصيبة تعرف بالحوامل البكنية تحمل الجراثيم البكنية (أحادية الخلية، وتحتوى على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية). و هناك نوعاً ثالثاً من الخيوط الطويلة تبرز من فوهة الوعاء البكني، تعرف بخيوطالاستقبال Receptive hyphae وظيفتها استقبال الجراثيم البكنية التي تنتقل

إليها من وعاء بكني آخر. وتقوم الجرثومة البكنية مقام الجاميطة المـذكرة،وخيوط الاستقبال مقام عضو التأنيث.



شكل (٣-٣٨). دورة حياة فطرة باكسينيا جرامينيس تريتساي *Puccinia graminis tritici* المسببة لمرض صدأ القمح.

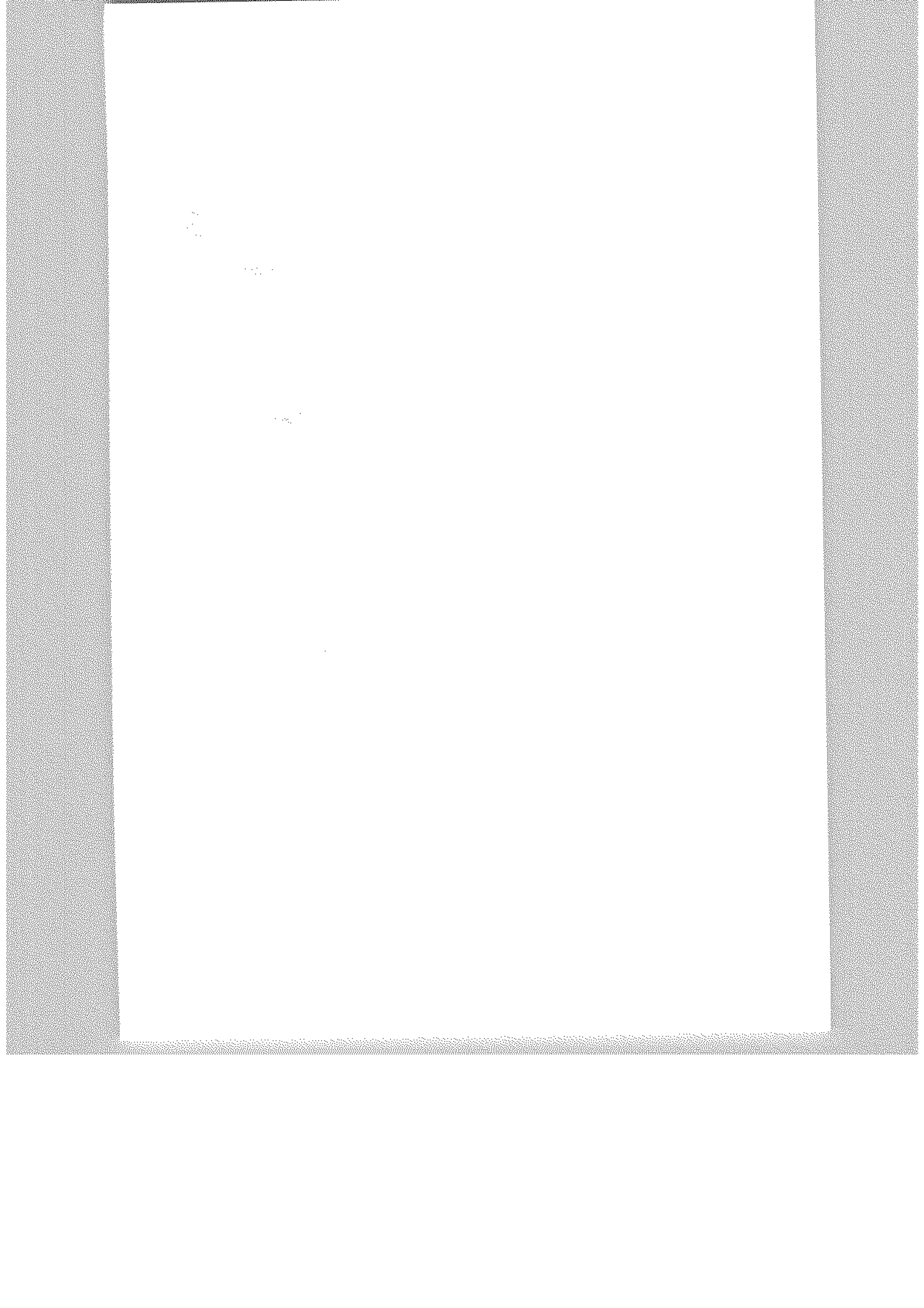
يوجد نوعان من الأوعية البكنية متشابهان شكلاً ومختلفان وراثيـاً (أي مختلفـي السلالة الجنسية)، ويعرف أحدهما بأنه موجب (ذكرياً+) والآخر بأنه سالب (أنثوياً−) .

تفرز الأوعية البكنية سائل رحيقي حلو المذاق يسيل إلى الخارج عن طريـق فوهة الوعاء يجذب إليه الحشرات، وتتجمع الجراثيم البكنية على هيئة كتـل في هـذا السائل عند فوهة الوعاء البكني.

عندما تنتقل الحشرة من وعاء بكني لآخر لجمع السائل اللزج تحدث عمليـة إخصاب أو التحام بين جرثومة بكنية من النوع الموجب مثلاً مع خلية طرفية لخـيط استقبال من النوع السالب أو العكس، ثم يذوب الجدار الفاصل في منطقة الالتحـام وتنتقل نواة الجرثومية البكنية إلى خيط الاستقبال حيث تتكون خلية ثنائيـة النـواة، وينشا عن توالي انقساماتها تكوين غزل فطري ثانوي جميع خلاياه ثنائية النواة

٥ — الطور الأسيدي Aecidio stage

ينمو الغزل الفطري ويتفرع داخل الورقة ثم يتجه نحو السطح السفلي لورقـة نبات البري بري حيث ينتج الكؤوس الأسيدية Aecidia (شكل ٣-٣٨). والكـأس الأسيدي فنجاني الشكل ويحاط بجدار عقيم Peridium، ويوجد عند قاعدة الكـأس صفوف من خلايا عمادية ثنائية النواة تسمى بالخلايا الوالدة للجراثيم الأسيدية الـتي تبدأ في الانقسام مكونة سلاسل من الجراثيم الأسيدية. وتتكون الجرثومة الأسيدية من خلية واحدة تحتوي على نواتين (ن+ن) أحاديتا المجموعة الصبغية. وعندما يتم نضـج الجراثيم الأسيدية وتحرر وتنتشر بالهواء وتصيب نبات القمح في بداية موسم النمـو، وبالتالي يعيد فطرة صدأ القمح دورة حياته من جديد.



الفصل السابع

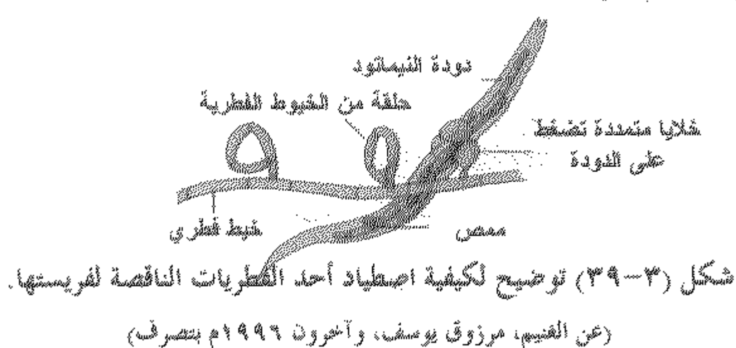
قسم : الفطريات اللاسوطية Division : Amstigomycota

رابعا : تحت قسم الفطريات الناقصة Subdivision Deuteromycotina

طائفة الفطريات الناقصة Class Deuteromycetes (Imperfect Fungi)

الخصائص العامة General characteristics

- تضم طائفة الفطريات الناقصة عدداً كبيراً من الأنواع الفطرية ذات الغزل الفطري المقسم، والتي لا يعرف طورها الكامل.
- تنتشر في الطبيعة انتشاراً واسعاً، وتعيش رمية في التربة أو فوق البقايا النباتية أو متطفلة على الإنسان والحيوان والنبات.
- التكاثر الجنسي Sexual stage (الطور الكامل Perfect stage) لهذه الفطريات غير معروف (لم يكتشف) لذا فإنها تكون مجموعة غير متجانسة وتعرف بالفطريات الناقصة Fungi imperfecti، حيث أنة باكتشاف الطور الكامل لهذه الفطريات قد يضم الفطر إلى الفطريات الزقية أو يضم إلى الفطريات البازيدية.
- التكاثر اللاجنسي يعد الوسيلة الرئيسية لزيادة أعدادها ويتم التكاثر اللاجنسي بتكون جراثيم كونيدية مختلفة الشكل والحجم واللون، فقد تتكون من خلية واحدة أو أكثر. وتحمل الكونيدات على حوامل خاصة تختلف باختلاف الأنواع
- تعد من بين الفطريات ذات الأهمية الاقتصادية، حيث بالإضافة إلى كونها تسبب بعض الأمراض للنباتات والحيوانات والإنسان، فأنها ذات أهمية في مجال المكافحة البيولوجية لبعض الكائنات مسببات الأمراض النباتية.
- أنواع أخرى من هذه الفطريات تستطيع اصطياد الفريسة بواسطة خيوط لزجة تلتصق بها الضحايا، وهناك البعض الموجود في التربة يستطيع اصطياد ديدان النيماتودا وتكوين ممصات تخترق جسم الدودة وتمتص منها الغذاء اللازم (شكل ٣-٣٩). كما أن هناك بعض الفطريات الناقصة توجد في جحور بعض أنواع النمل حيث يتغذى عليها النمل.

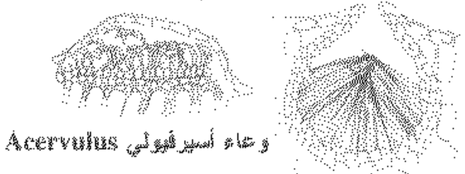


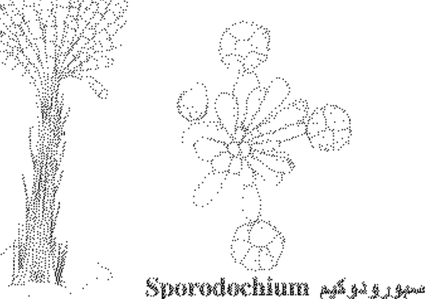
شكل (٣-٣٩) توضيح لكيفية اصطياد أحد الفطريات الناقصة لفريستها.

(عن القنيم، مرزوق يوسف، وآخرون ١٩٩٦م بتصرف)

أسس تقسيم الفطريات الناقصة

يتم تقسيم الفطريات الناقصة على أساس شكل الأوعية (البكنية Pycnidia، والكويمات الكونيدية Acervuli (شكل ٣-٤٠) التي تتكون بها الجراثيم الكونيدية أو غياب هذه الأوعية وكذلك شكل الحوامل الكونيدية Conidiophores التي تنشأ فيها أو عليها الجراثيم الكونيدية Conidia. وكذلك طريقة حمل هذه الجراثيم وشكلها ولونها وتركيبها وعدد الخلايا في كل جرثومة كونيدية ونظم تقسيمها بجدر عرضية أو طولية.





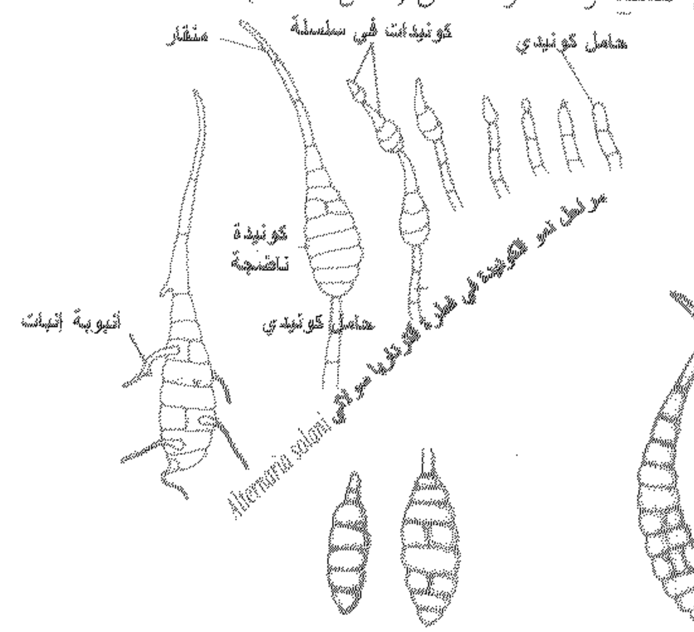
شكل (٣-٤٠). الأوعية التي تتكون بها الجراثيم الكونيدية في شبه طائفة الفطريات الناقصة (عن شعير، حلمي محمد، و محمد يحي قاسم ١٩٨٤م : بتصرف)

أمثلة نموذجية

رتبة المونيليات

١ - جنس ألترناريا *Alternaria* (شكل ٣-٤١) تعيش رمية على المخلفات النباتية الموجودة في التربة وقد تعيش متطفلة على كثير من النباتات الاقتصادية كالطماطم والبطاطس حيث تسبب لهما مرض يسمى باللفحة المبكرة Early blight. كما أن بعض أنواع فطرة ألترناريا تسبب أمراض التبقعات Leaf spots في أوراق نبات القطن.

تتميز الجراثيم الكونيدية بأنها كبيرة الحجم، صولجانية الشكل ولها بروز على شكل منقار طويل نسبيا، ومقسمة بحواجز عرضية وطولية إلى عدة خلايا، وغالباً ما تتكون الكونيدات منفردة على أطراف الخيوط الفطرية التي تحملها، وأحياناً تتولد في سلاسل من جرثومتين أو ثلاثة فوق حوامل كونيدية قصيرة قد تكون بسيطة أو قد تكون متفرعة وهي مقسمة وذات لون داكن (شكل ٣-٤١).



شكل (٣-٤١). التراكيب الكونيدية لبعض فطريات جنس ألترناريا. (عن الرحمة عبد الله ناصر ١٩٩٨م بتصرف).

٢ — جنس فيوزاريوم *Fusarium* وهـــو مـــن أوســـع الفطريـــات انتشـــاراً في الطبيعة.وتسبب أنواعه المتطفلة أمراضاً للنباتات المصابة تعرف بأمراض الذبول مثل مرض ذبول القطن الفيوزاريومي *Fusarium oxysporum*. ومرض الـــذبول الفيوزاريـــومي في الطماطم الذي يسببه النوع *F. lycopersici*. كما يسبب النوع *F. solani* أمراضا جلدية للإنسان ويعتبر هذا الفطر من الفطريات اختيارية التطفل، حيث إنه يعيش عادة مترممـــا في التربة.ويتميز فطرة الفيوزاريوم بأنه يكون ثلاثة أنواع من الجراثيم اللاجنسية (شكل ٣—٤٢) وذلك تبعاً للظروف المناخية وهي :

أ — جراثيم كونيدية صغيرة **Microconidia** : وهي الجراثيم الوحيدة التي تتكون داخل الأوعية الناقلة للعائل.وتتكون من خلية واحدة أو خليتين، وهي كروية أو بيضية، وأحيانا هلالية الشكل.وتتولد على حوامل كونيدية توجد مفردة، وقد تكون بسيطة أو متفرعة.

ب — جراثيم كونيدية كبيرة **Macroconidia** : وهي مغزلية أو هلالية الشكل، منحنية في طرفيها، وتحتوي على ٣ إلى ٤ حواجز عرضية.

ج — جراثيم كلاميدية **Chlamydospores** : وتتكون من خلية أو خليتين، وذات جدر سميكة، وتتكون نتيجة لانتفاخ أحد خلايا الخيط الفطري وتحوصلها، وهي إما أن تكون وسطية أو تكون طرفية على الغزل الفطري، وقد تتكون في شكل سلاسل.



شكل (٣—٤٢). الوسادة الجرثومية (أ)، الجراثيم الكونيدية الكبيرة (ب)، الجـــراثيم الكونيديـــة الصغيرة (ج) الجراثيم الكلاميدية (د) لفطرة من شبه جنس فيوزاريوم *Fusarium* sp.

(عن الرحمة عبد الله ناصر ١٩٩٨م بتصرف).

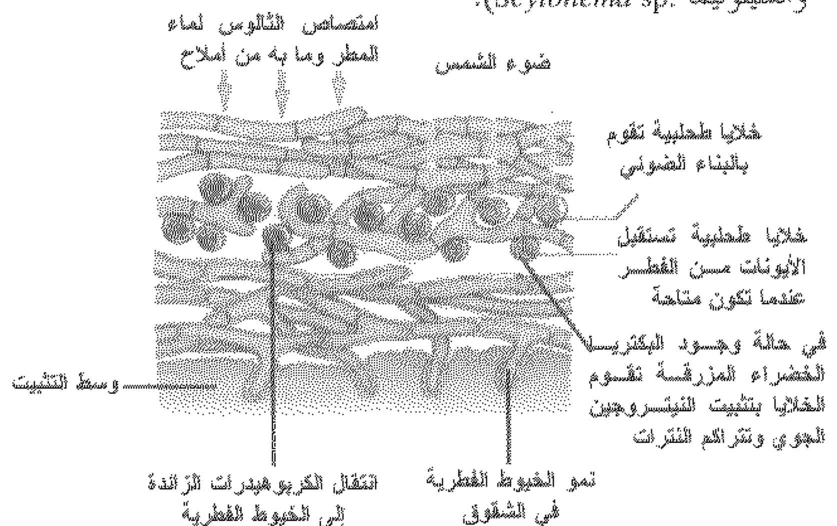
الفصل الثامن

الأشنات

الخصائص العامة

- يصل عدد الأنواع المعروفة من **الأشنات Lichens** إلى حوالي ٢٥,٠٠٠ نوع. والأشنات لا تشكل مجموعة تصنيفيه مستقلة فهي نباتات مركبة من ارتباط بعض الطحالب Algae أو البكتيريا الخضراء المزرقة والفطريات Fungi تعيش معاً في صورة اتحاد وثيق تركيبيا وفسيولوجياً.
- وتتضمن العلاقة بين الفطر والطحلب اعتماد الواحد على الآخر وتسمى هذه العلاقة بالتكافل Mutulism، فيحصل الفطر على الغذاء والأملاح وبعض الفيتامينات من الطحالب أو البكتيريا الخضراء المزرقه، كما أن، خيوطه تحيط بالخلايا الطحلبية وتخترقها بواسطة ممصات وكذلك قد يقوم الفطر بامتصاص الماء والأملاح من الوسط الذي يوجد به.وفي كثير من الأشنات نجد الغزل الفطري جيلاتيني ولهذا فانه يمتص الماء بسهولة ويحتفظ به بقوة. ويحصل الطحلب من الفطر على الماء والأملاح والحماية ضد الإضاءة الشديدة والعوامل المحيطية الأخرى (شكل ٣ -٤٣). إلا أن البعض يعتقد أن الطحلب أو البكتيريا الخضراء المزرقة قادر على الحياة مستقلة في حين أن معظم الفطريات الداخلة في تكوين الأشنة لا تستطيع المعيشة مستقلة ، ويبقى هذا الارتباط بينهما فقط طالما كانت ظروف النمو غير ملائمة لهما.
- الفطريات التي تشترك في تكوين جزء من الأشنات تنتمي إلى الفطريات الزقية (وتسمى بالأشنة الزقية ascolichens) وإما إلى الفطريات البازيدية (وتسمى بالأشنة البازيدية basidiolichens وهي أقل شيوعاً). أما الطحالب فهي إما أن تنتمي إلى الطحالب الخضراء Chlorophyta (مثل تريبوكسيا *Treboxia* sp،

وسيستوكوكس *Cystococcus*، و الكلوريللا *Chlorella*). وإما إلى البكتيريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria (مثل جنس النوستوك *Nostoc* sp.، والسيتونيما *Scytonema* sp.).



شكل (٣-٤٣). علاقة تبادل المنفعة بين الفطر والطحلب المكون للأشنة. (عن **Clegg & Mackean, 2000** بتصرف)

- تأخذ الأشنات ألوانا مختلفة مثل الأسود والأخضر والفضي والبرتقالي والأصفر، وفي الغالب يختص كل نوع منها بوسط خاص ينمو فيه.

البيئة والتوزيع

الأشنات واسعة الانتشار، وتنمو في بيئات مختلفة. فهي توجد في المناطق الحارة وتكون مقاومة للجفاف والحرارة ملتصقة بأسطح الصخور أو التربة الموجودة بين الصخور. كما تنتشر في المناطق المعتدلة وكذلك المناطق الباردة وتكون عالقة بأفرع أشجار الغابات أو ملتصقة بجذوعها أو تغطي أجزاء من الصخور والتربة. وهناك نوع واحد من الأشنات يستطيع النمو مغمورا تحت مياه المحيط ملتصقا بالصخور ، كما تستطيع مستعمرات الأشنات أن تلتصق أيضا بالمواد المصنعة مثل

الزجاج والأسبستوس والخرسانات الأسمنتية المسلحة. وتعتبر الأشنات من النباتات الأولي التي تستطيع أن تستعمر البيئات الصخرية، مسببة تفكيك الصخور، وتحويلها إلى تربة صالحة لنمو النباتات. وتُثبت الأشنات ثالوساتها بالأماكن التي تعيش عليها بواسطة أشباه جذور تنبثق من سطوحها السفلي.

أنواع الأشنات Types of Lichen

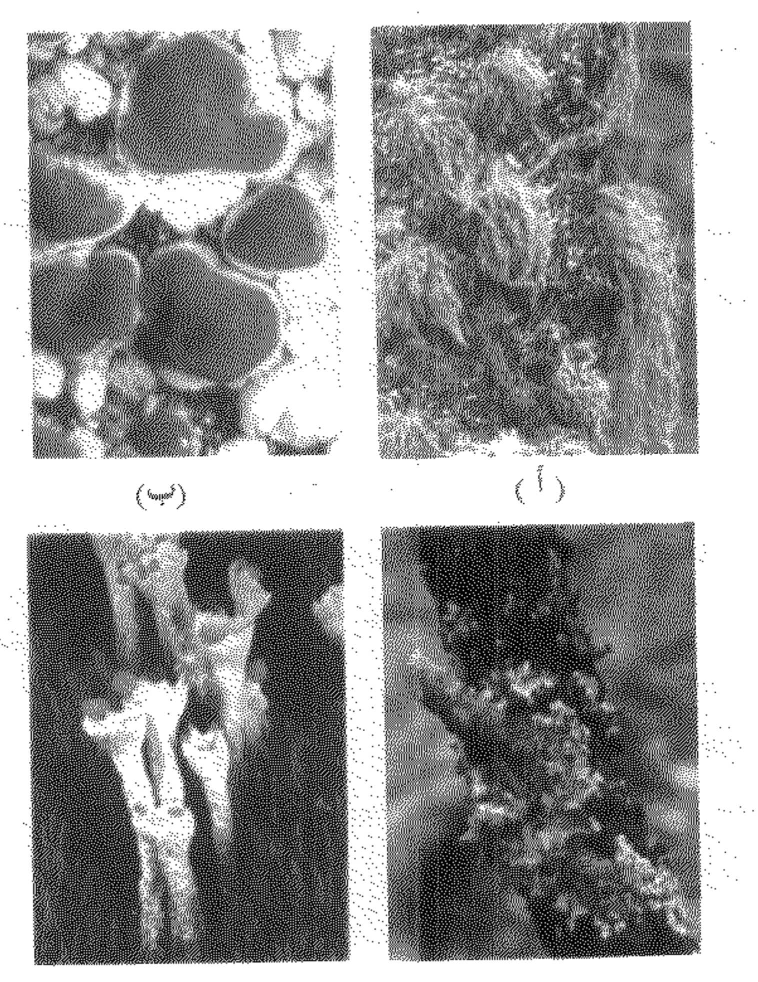
نظرا لأن التركيب الغالب في الأشنات يرجع إلى الفطر فان تقسيم الأشنات يعتمد أساسا على الفطر الداخل في التكوين، ويتحدد شكل الأشنة حسب نوع المكون الفطري أكثر من المكون الطحلبي، فجسم الأشنة يتكون غالباً من غزل فطرى ومغمور فيه عدد من خلايا الطحلب متناثرة. وعموماً **يمكن تمييز الأشنات حسب مظهرها الخارجي (شكل ٣- ٤٤) إلى الأنواع الآتية:**

(أ) **أشنات خيطية Filamentous lichens** : وهي على شكل خيوط متشابكة تكون مدلاة من أماكن التصاقها بأفرع الأشجار. ويعتبر الطحلب في هذا النوع من الأشنات هو المسئول عن تحديد شكلها العام، حيث يكون خيطي الشكل من الطحالب الخضراء المزرقة (البكتريا الخضراء المزرقة)، ويلتف الغزل الفطري على خيوط الطحلب، مثل جنس يوسنيا *Usnea* وجنس إفيب *Ephebe*.

(ب) **أشنات قشرية Crustose Lichens** : وهي على هيئة قشور تلتصق بأسطح الصخور وجذوع الأشجار والتربة الصلبة، ومن أمثلتها جنس لسيديا *Lecidea*، وليكانورا *Lecanora*، وباسيديا *Bacidia*.

(ج) **أشنات ورقية Foliose Lechens** : وتظهر على شكل ورقي منبسط ومجزأ الحواف وهي تتصل بوسط النمو اتصالاً غير وثيق بواسطة أشباه جذور مثل جنس بارميليا *Parmelia* sp. والجنس ستراريا *Cetraria* sp

(د) أشنات شجرية Fruticose Lichens : ثالوسها مكون من قاعدة للتثبيت وجزء يشبه الساق ويكون قائماً أو مائلاً وتتفرع منه بقية خيـوط الثـالوس ومنها جنس كلادونيا .*Cladonia* sp وجنس رامالينا *Ramalina*.



(أ) (ب)

(ج) (د)

شكل (٣-٤٤). الأنواع المختلفة من الأشنات، أشن خيطي (أ)، أشن قشـري (ب)، أشن ورقي (ج)، أشن شجيرى (د).

التركيب التشريحي للأشنات (تركيب الثالوس) Anatomy of Lichens

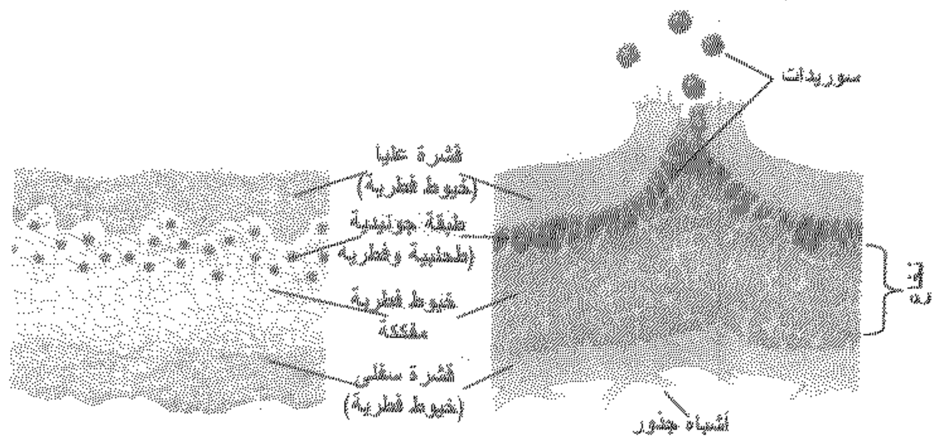
عند عمل قطاع في الأشنة فإنها تظهر متميزة إلى ثلاثة أو أربعة طبقات من الخلايا (شكل ٣-٤٥) هي قشرة خارجية عليا وقشرة سفلي ونخاع وسطي بينهما.

(أ) **القشرة الخارجية العليا Upper cortex** : وهي طبقة للحماية، تتكون من مجموعة من الخيوط الفطرية المتشابكة بكثافة ، كما تحتوي هذه الطبقة على المواد الجيلاتينية.

(ب) **الطبقة الجونيدية (الطبقة الطحلبية) Gonidial (Algal) Layer** : وهي تلي القشرة الخارجية وفيها تنتشر وتتزاحم الخلايا الطحلبية بين الخيوط الفطرية.

(جـ) **النخاع Medulla** : أنسجة مفككة لاحتوائها على قليل من الخيوط الفطرية والخلايا الطحلبية، وتقوم هذه الطبقة باختزان المواد الغذائية التي تكونها الأشنة.

(د) **القشرة الخارجية السفلي Lower cortex** : وهي تشبه القشرة العلوية ولكنها أقل سمكاً ويخرج منها خيوط تعمل كأشباه جذور تخترق الوسط وتعمل على تثبيت الأشنة بالوسط وامتصاص الماء الأملاح.



شكل (٣- ٤٥). قطاع رأسي في أشن يوضح تركيبها التشريحي. (عن Solomon and Others, 1998 بتصرف)

الخواص التكاثر :

تتكاثر الطحالب الداخلة في تكوين الأشنة دائماً تكاثر لاجنسي، أما الفطريات الداخلة في تركيب الأشنة فإنها تستطيع تكوين أجسام ثمرية طبيعية. وعموماً فإن الأشنات لا تكاثر جنسياً، **ويتم التكاثر اللاجنسي بالطرق التالية:**

(أ) **التقطيع – التجزؤ (التكاثر الخضري) Fragmentation** : وهي أكثر الطرق شيوعاً في الأشنات وفيها تنفصل أجزاء صغيرة من الأشنة الأصلية وخاصة بعد أن تجف. وعندما تنتقل إلى بيئات مناسبة تنمو مكونة أشنة جديدة.

(ب) **السوريدات Soridia** : السوريدة عبارة عن أجزاء دقيقة (انتفاخ صغير) يظهر على سطح الأشنة قابلة للانفصال. وتتكون كل سوريدة من خلية طحلبية أو أكثر وخيط فطري ملتصقان معاً (شكل٣-٤٥). وعند انفصال السوريدات بواسطة الرياح وعندما تتاح فرصة الإنبات تنبت مكونة ثالوساً أشنياً جديداً.

(جـ) **الجراثيم الفطرية Fungal spores**: حيث يمكن للجراثيم الفطرية المشاركة في تكوين الأشنة أن تنفصل من الأشنة ثم تنبت عند وقوعها على طحلب مناسب جديد وينبت الاثنين معاً ويكونان أشنة جديدة.

(د) **تكوين الايزيدات Isidia** : حيث تنمو بعض الخلايا من السطح العلوي لجسم الأشنة مكونة بروزات، أو ما يسمى أزيديا نحو الأعلى. تنفصل هذه الأيزيدات عن جسم الأشنة، ثم تنبت عند توفر الظروف الملائمة وتعطى أشنه جديدة (Nultsch, 2000).

الأهمية الاقتصادية للأشنات

- للأشنات فوائد اقتصادية هامة فهي تستطيع أن تقاوم الجفاف وغيرة من الأحوال البيئية القاسية، حيث تنمو في الأماكن القاحلة التي يعجز غيرها النباتات النمو فيها، وتغير بالتدريج خواص التربة وتمهد الطريق لغيرها من من النباتات الراقية في النمو، كما تزيد الأشنات بعد موتها المحتوى العضوي للتربة وترفع من درجة خصوبتها.
- تستخدم الأشنات مثل الأشنة الشجرية كلادونيا *Cladonia* كغذاء للحيوان مثل الأغنام، ومنها ما يستخدم كغذاء للإنسان مثل العشب الأيسلندي أيسلانديكا *Cetraria islandica* وليكانورا اسكيوليتا *Lecanora esculenta* وهما يحتويان على سكر المانوز ومانيتول كما يضاف بعضها إلى الطعام لإكسابه نكهة مميزة ومرغوبة. بعض الأشنات يكون محتواها الحامضي مرتفعاً وأنواع أخرى تستخدم كمسهل قوي، ومنها ما يستخدم لعلاج بعض الأمراض الميكروبية.
- كثير من الأشنات لها صفات المضادات الحيوية ويستخدم الأوروبيون أحداها مع مضاد حيوي آخر لعلاج السل كما يستخرج من بعض الأشنات بعض المواد التي لها خصائص المضادات الحيوية مثل حامض يوسنك Usenic acid الذي يستخرج من الأشن أسنيا *Usnea* و يستعمل في تحضير بعض المراهم المستخدمة في معالجة الجروح والأمراض الجلدية. كما استعملت الأشنه لوباريا بالمونا ريا *Lobaria palmonaria* والتي تعرف بحشيشة الرئة في علاج أمراض الصدر.
- ومن الأشنات ما تحتوى على أصباغ تستخدم في أغراض صناعية (مثل صباغة المنسوجات) وتحضير بعض الأصباغ مثل صبغ الأورسين، وتستخدم في تحضير

أوراق دوار الشمس (المستخدمة ككاشف عن الأحماض والقلويات).
وتستخدم الأشنة المعروفة باسم أفرينا *Evreina* في استخلاص الزيوت الطيارة المستخدمة في صناعة الصابون ، كما تحتوى بعض الأشنات على مواد دباغية تستخدم في بعض دول العالم في دباغة الجلود. ومن الأشنات أيضاً ما يستخدم كسماد نيتروجيني يزيد من خصوبة التربة.

* تسبب بعض الأشنات أضراراً غير مباشرة للنباتات والأشجار وذلك بنموها على جذوعها وفروعها فهي تحجب الضوء عن الأجزاء الخضراء فتقلل من كفاءة تلك النباتات في أدائها لعملية البناء الضوئي، كما تأوي بعض الحشرات الضارة بالمزروعات.

الباب الرابع

مملكة الطلائعيات

الطحالب

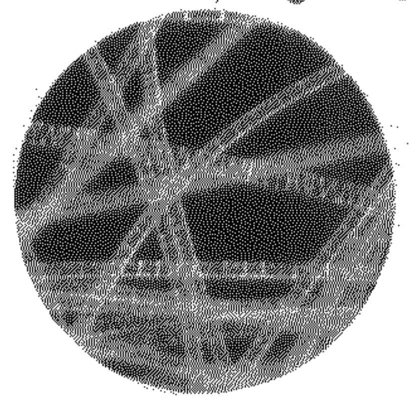
- الفصل الأول : أساسيات دراسة الطحالب.
- الفصل الثاني : الطحالب ذات الأنوية الحقيقية.

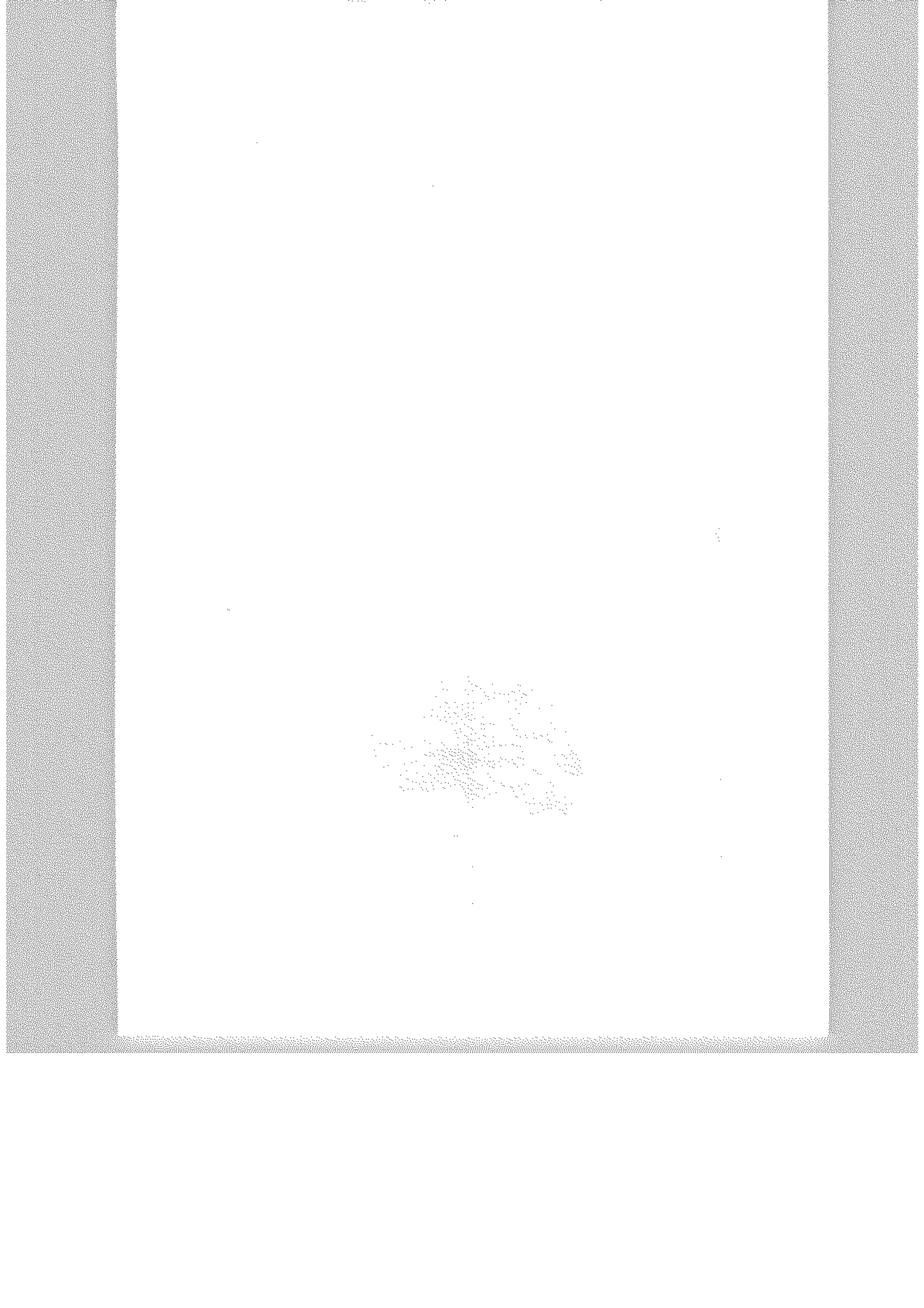
  قسم الطحالب: البيرية (الدينوية).
- الفصل الثالث : قسم الطحالب الخضراء.
- الفصل الرابع: قسم الطحالب اليوجلينية (السوطية).
- الفصل الخامس: قسم الطحالب الذهبية.

  طائفة الطحالب الصفراء الذهبية.

  طائفة الطحالب الصفراء.

  طائفة الطحالب العصوية.
- الفصل السادس: قسم الطحالب البنية.
- الفصل السابع: قسم الطحالب الحمراء.





الفصل الأول

أساسيات دراسة الطحالب

صفاتها – أهميتها - أسس تقسيمها

مقدمة

الطحالب نباتات ثالوسية بسيطة التركيب وهي مجموعة كبيرة من الكائنات حقيقية النواة Eukaryota تختلف كثيراً في المظهر الخارجي، وفي وظائف الأعضاء. وتحتوى على صبغ الكلوروفيل (اليخضور)، الذي بواسطته تستطيع أن تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية تستغلها في بناء المركبات العضوية المختلفة من المواد غير العضوية البسيطة، ولذا فهي كائنات ذاتية التغذية Autotrophs، أي تعتمد على نفسها في تكسوين غذائها. وتعتبر الطحالب الهائمة Planktonic algae هي المسئولة عن حوالي ٩٠% من عملية البناء الضوئي عل الأرض، وعلى ذلك فهي تمد البيئة المحيطة لها بالأكسجين.

الصفات العامة General characteristics

١ – البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

تنتشر الطحالب انتشاراً واسعاً في الأماكن الرطبة الظليلة، كما تعيش طافية أو مثبتة في المياه العذبة أو المالحة. ويلاحظ أن غالبية الطحالب قادرة على المعيشة في مدى واسع من درجات الحرارة والملوحة فيستطيع بعضها أن يعيش حتى درجة ٨٠°م وحتى ٢,٥% ملوحة. وتنتشر أيضاً الطحالب على سطح التربة مكونة حصيرة طحلبية، أو تعيش على أعماق مختلفة من سطح التربة. كما تنتشر أيضاً بعض الطحالب في الهواء على جذوع الأشجار epiphytic أو على الحوائط والصخور أو على أجسام الحيوانات epizoic. وهناك مجموعة أخرى بعضها تعيش متكافلة مع الفطريات في الأشن Lichens. كما تعيش قلة منها متطفلة داخل الحيوانات endozoic أو النباتات الراقية endophytic.

٢- الشكل الخارجي والتركيب Morphology (Shape) and Structure

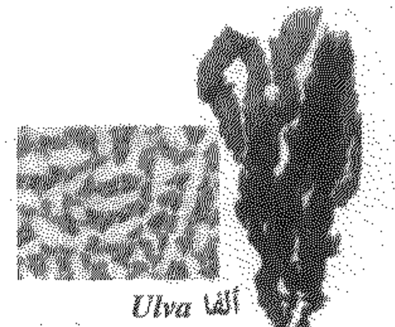
الطحالب نباتات ثالوسية بسيطة التركيب تتدرج في شكلها وتركيبها من:

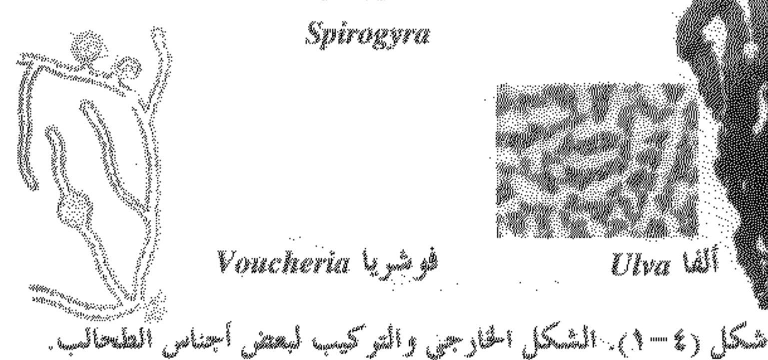
(أ) طحالب وحيدة الخلية Unicellular Algae: تتكون من خلية واحدة تحتوى على نواة حقيقية ذات غلاف نووي قد تكـــون متحركــة مثــل طحلــب كلاميدوموناس *Chlamydomonas* (شكل٤-١)، أو وحيدة الخليــة غــير متحركة مثل طحلب كلوريللا *Chlorella* .

(ب) طحالب عديدة الخلايا Multicelular Algae: على شــكل مســتعمرات (عدد من الخلايا الوحيدة الخلية لها نفس الشكل والحجم والعمر) قد تكــون متحركة أو غير متحركة، أو في شكل تجمعات.









شكل (٤-١). الشكل الخارجي والتركيب لبعض أجناس الطحالب.

(جـ) **طحالب خيطية Filamentous Algae**: وهى تنتج عن الانقسام الثنائي البسيط للخلية ويتم ترتيب الخلايا المنقسمة في شكل خيط، وقد تكون على شكل خيوط بسيطة غير متفرعة وغير مقسمة بجدر عرضية مثل طحلب سبيروجيرا *Spirogyra*، أو خيوط متفرعة مثل طحلب كلادوفورا *Cladophora* أو خيوط متباينة التميز، وفيها يتميز الخيط إلى جزء قائم وجزء زاحف مثل طحلب إكتوكاربس *Ectocarpus* (شكل٤-١).

(د) **مدمج خلوي Coenocytic**: وفيها يكون الثالوس عديد الأنوية وغير مقسم بجدر عرضية مثل طحلب فوشريا *Voucheria* (شكل٤-١).

(هـ) **طحالب برانشيمية Parenchyma Algae**: وفيها يكون الطحلب برانشيمي الشكل مثل أوراق النباتات الراقية وينتج ذلك من انقسام الخلايا في أكثر من مستوى مثل طحلب ألفا *Ulva* (خس البحر) (شكل ٤-١).

يتراوح طول الطحالب ما بين ميكرونات قليلة إلى عدة أمتار كما في أعشاب البحر Sea weeds وعلى الرغم من هذا الطول في أعشاب البحر إلا أن معظم الطحالب ذات طبيعة مجهرية مما يبرز وضع هذه الكائنات (الطحالب) ضمن أقسام الأحياء الدقيقة. ومع ذلك فإن أعشاب البحر هذه كثيراً ما يصعب تمييزها عن غيرها من النباتات غير الطحلبية مثل الحزازيات Mosses والسرخسيات Ferns.

٣ – الأصباغ Pigments

تتميز الطحالب بوجود أصباغ الكلوروفيل Chlorophyll وهى خمسة أنواع (كلوروفيل a, b, c, d, e) بالإضافة إلى وجود أصباغ أخرى مثل صبغ الكاروتين Carotene البرتقالي اللون، والزانثوفيل Xanthophylls الأصفر اللون، والأصباغ البروتينية التي تذوب في الماء وتسمى الفيكوبيلينات Phycobilins وهى حمراء اللون وتسمى فيكوإريثرين Phycoerythrin وهو الصبغ المميز للطحالب الحمراء، أو زرقاء وتسمى فيكوسيانين Phycocyanin وهو الصبغ المميز للطحالب الزرقاء.

٤ – الجدار الخلوي **Cell wall**

يختلف تركيب الجدار الخلوي في الطحالب المختلفة اختلافاً كبيراً. ففي عدد كبير من الطحالب يتكون الجدار الخلوي أساساً من السليللوز Cellulose وكثيراً ما يعدل بوجود البكتين Pectin والزيلانات Xylane والمانات Mannans وحامض الألجينيك Alginic acid. وفي بعض الطحالب يتم تقوية الجدار الخلوي بواسطة كربونات الكالسيوم (مثل الطحالب الكارية Charophyta). أما طحالب الدياتومات Diatoms فتحتوى في جدارها الخلوي على السليكا Silica التي تكسب الجدار الخلوي الصلابة.

٥ – التغذية **Nutrition**

الطحالب ذاتية التغذية تعيش مستقلة باستفادتها من الطاقة الشمسية في وجود الماء وثاني أكسيد الكربون لتقوم ببناء ما تحتاجه من مواد كربوهيدراتية، ، ففي وجود الضوء تستطيع كثير من الطحالب النمو في بيئة من أملاح غير عضوية فقط. وهناك بعض الأجناس تسلك مسلك الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophic عند توفير المادة العضوية المناسبة لها في الوسط.إلا أن القلة منها يعيش معيشة تكافلية ، والنادر يكون متطفلا.

٦– الغذاء المدخر **Stored food**

تختلف نواتج عملية البناء الضوئي في الطحالب تبعا لنوع الأصباغ، فالطحالب الخضراء تكون النشا العادي لأنها تحتوى على نفس الأصباغ التي تحتوى عليها النباتات الزهرية الخضراء. والطحالب الحمراء تكون ما يسمى بالنشا الفلوريدى Floridian starch الذي يعطي لونا أحمر مع اليود.

٧ – الخصائص التكاثرية **Reproduction characteristics:**

تتكاثر الطحالب بثلاث طرق مختلفة هي التكاثر الخضري أو التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي.

(أ) **التكاثر الخضري Vegetative reproduction** : يعتبر هذا النوع من التكاثر من أكثر الطرق شيوعاً في معظم أنواع الطحالب الخيطية **وهو يتم بطريقة:**

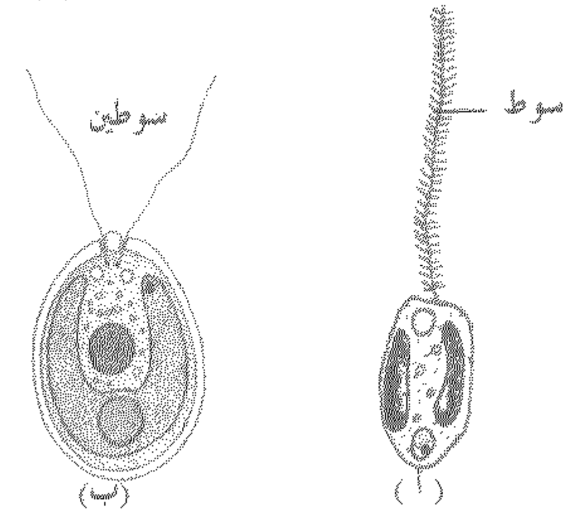
- التجزأ Fragmentation : وفيه يتجزأ الطحلب إلى قطع صغيرة تحتوى كل قطعة على خلية واحدة أو عدة خلايا. وتستطيع كل قطعة النمو وتكوين خيط جديد بالانقسام.
- الانقسام الثنائي البسيط (الانشطار) Binary fission: حيث تنقسم الخلية الواحدة (انقساماً ميتوزياً) إلى نصفين متساويين يحتوى كل نصف على جزء من السيتوبلازم ونواة وينمو ليكون طحلباً جديداً.ويتم ذلك في بعض أنواع الطحالب الخضراء وحيدة الخلية (مثل طحلب كوزماريوم *Cosmarium* sp. وكلوستريام *Clostrium* sp.).

(ب) **التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction**: يحدث هذا النوع من التكاثر عن طريق تكوين جراثيم لا جنسية (بدون تزاوج مع خلايا أخرى) تستطيع كل جرثومة منها النمو لتكون طحلباً جديداً. وتتكون الجراثيم اللاجنسية عادة من خلية واحدة تتكون في معظم الطحالب داخل خلية خضرية أو خلية متخصصة تسمى حافظة جرثومية Sporangium. **وتكون الجراثيم إما:-**

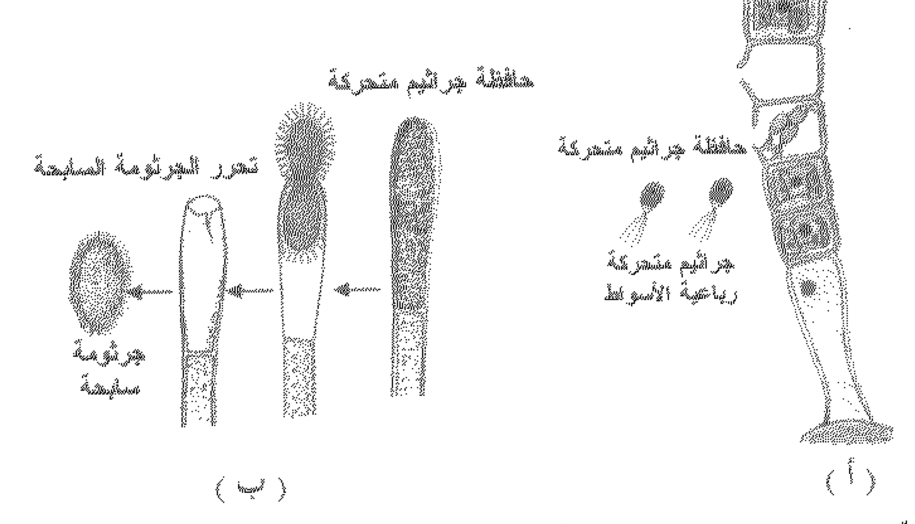
جراثيم غير متحركة Aplanospores وهي جراثيم ساكنة لا تتحرك بالأسواط. ومنها ما يحاط بجدار سميك، أو ما يحاط بغلاف جيلاتيني.

جراثيم متحركة Zoospores: بواسطة هدب واحد مثل طحلب كروميولينا *Chromulina* sp (شكل٤-٢أ) ، أو بواسطة هدبان متساويان في الطول مثل طحلب كلاميدوموناس (شكل٤-٢ب) ، أو أربعة أهداب مثل طحلب

ألوتركس .Ulothrix sp (شكل٤-٣أ)، أو عدة أهداب على الجرثومة المتحركة مثل طحلب الفوشيريا .Vaucheria sp (شكل٤-٣ب).



شكل (٤-٢) الجراثيم المتحركة بسوط واحد في طحلب كروميولينا (أ)، والجراثيم المتحركة بسوطين في طحلب كلاميدوموناس (ب)



شكل (٤-٣) الجراثيم المتحركة بأربعة أسواط في طحلب الوتريكس (أ)، والجراثيم المتحركة عديدة الأسواط في طحلب فوشيريا (ب)

(جـ) التكاثر الجنسي Sexual reproduction : يحدث التكاثر الجنسي بواسطة اتحاد خليتين تكاثريتين تسمى أمشاج (جاميطات) Gametes.وهو يحدث في جميع الطحالب ماعدا الطحالب الخضراء المزرقة، **وينقسم التكاثر الجنسي على أساس شكل ونوع الأمشاج المتزاوجة إلى الآتي:**

التزاوج المتماثل Isogamy:وفيه يتشابه المشيجان من الناحية المورفولوجية والفسيولوجية ويتساويا في الحجم Isogametes.

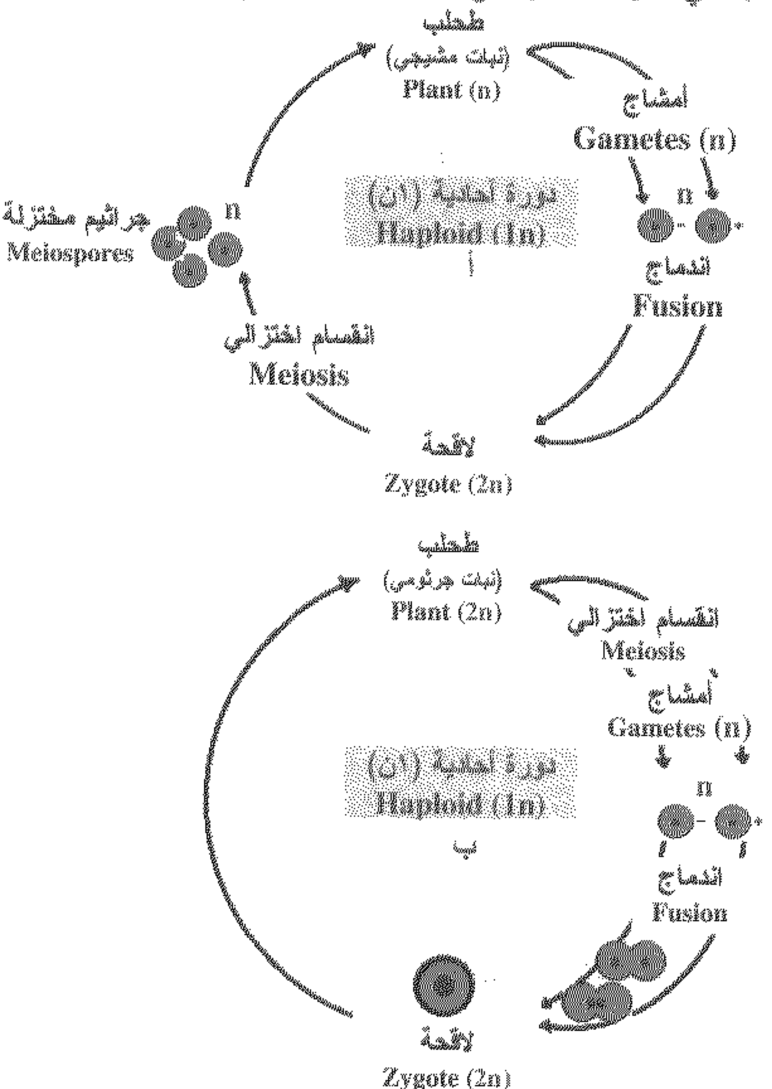
التزاوج المتباين Heterogamy: وقد يتباين المشيجان من الناحية المورفولوجية والفسيولوجية Heterogametes. وفي هذه الحالة يعتبر المشيج الصغير هو المشيج المذكر، ويعتبر المشيج الكبير هو المشيج المؤنث. تنشأ الأمشاج المتباينة من حوافظ مشيجية مذكرة تسمى أنثريدات Antheridia أو من حوافظ مشيجية مؤنثة تسمى أوجونات Oogonia.

عند اتحاد الأمشاج (المذكرة والمؤنثة المتباينة أو المتشابهة) أحادية المجموعة الصبغية (ن) تتكون اللاقحة zygote ثنائية المجموعة الصبغية (٢ ن). وتعتمد طريقة انقسام ونمو اللاقحة على نوع الطحلب الأم وبناء على ذلك **يمكن تمييز عدة أنماط من دورات حياة الطحالب على أساس عدد الكروموسومات (العدد الصبغي) كالتالي.**

١ – **دورة أحادية** : في هذا النوع من الدورات يظهر نوع واحد من الأفراد من الناحية السيتولوجية، إما طحلب (نبات) أحادي المجموعة الصبغية (ن)، أو طحلب ثنائي المجموعة الصبغية (٢ن).

(أ) **فإذا كان الطحلب الأصلي أحادي المجموعة الصبغية** (ن) تنقسم خلاياه مباشرة ويعطي أمشاجاً (ن) التي تتحد مع بعضها مكونة لاقحة zygote (٢ن) التي تستمر لفترة قصيرة في دورة حياة الطحلب، ثم تنقسم اللاقحة انقسام اختزالي Meiosis لتعطى جراثيم مختزلة Meiospores (ن)، ثم تنمو لتعطى طحلب (نبات مشيجى) أحادى المجموعة الصبغية. أي أن الانقسام الاختزالي يحدث فقط بعد تكوين اللاقحة (شكل٤-٤أ).

(ب) أما إذا كان الطحلب ثنائي المجموعة الصبغية (٢ن) ففترة حدوثه تكون قصيرة وغير ملموسة في دورة الحياة. وعند حدوثه فإن الطحلب الأصلي(٢ن) يعطي حوافظ مشيجية تنقسم انقسام اختزالي معطية أمشاج (ن)، ثم تتحد الأمشاج مكونة لاقحة (٢ن)، التي تنمو مباشرة وتعطي طحلب (٢ن) (شكل٤-٤ب).



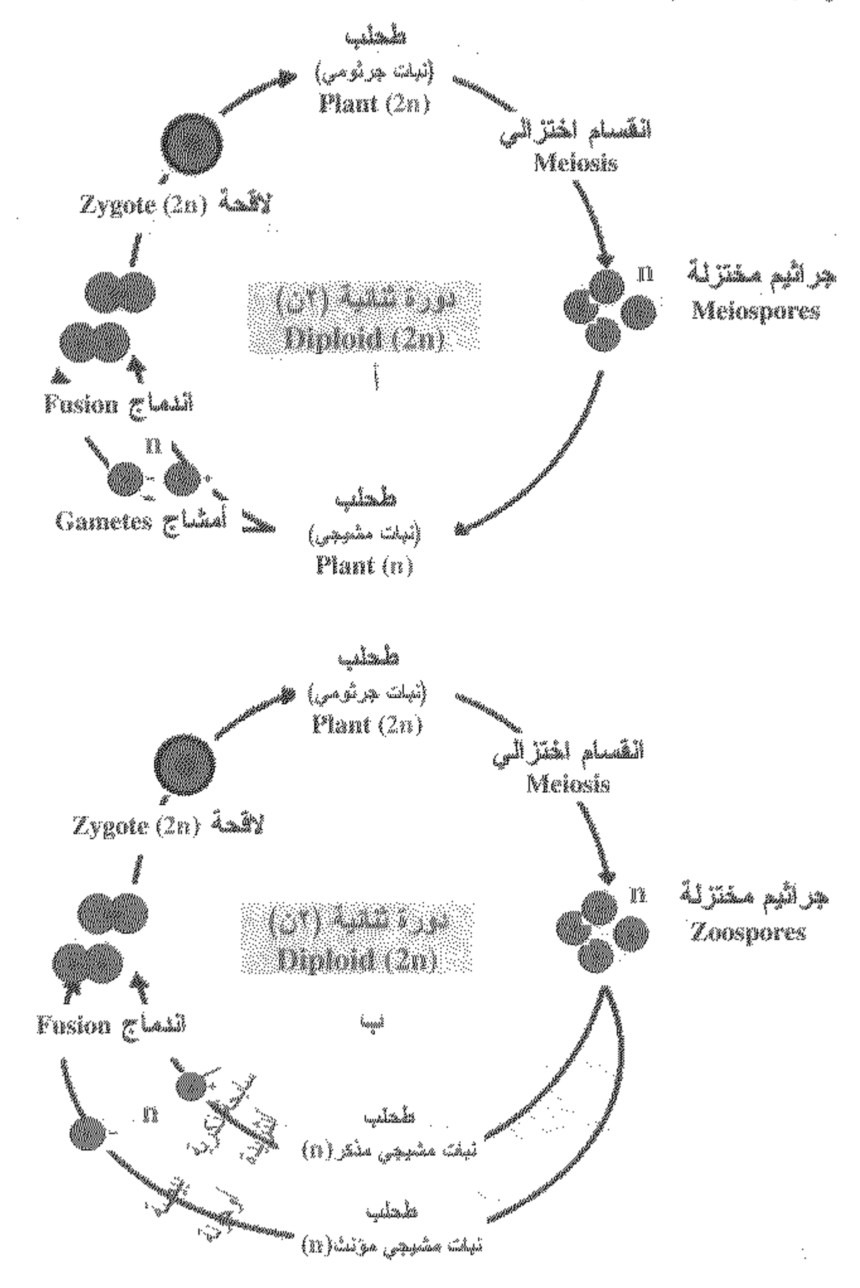
شكل (٤-٤). أنماط دورات الحياة الأحادية، (أ) أفراد أحادية المجموعة الصبغية، (ب) أفراد ثنائية المجموعة الصبغية.

٣ – دورة ثنائية : وفي هذه الدورة يعطي الطحلب نوعين من الأفراد، أحدهما أحادي والآخر ثنائي المجموعة الصبغية، ويتبادل الجيلين معاً خلال دورة الحياة.

وهناك نوعين من دورات الحياة الثنائية هما :

(أ) **دورة ثنائية متشابهة الأطوار Isomorphic diplontic** : وفيها يكون الطور المشيجي والجرثومي متشابهان في الشكل الخارجي، وفيها تنمو اللاقحة (٢ن) لتعطي طحلب (نبات جرثومي) ذا خلايا ثنائية المجموعة الصبغية (يشكل معظم دورة حياة الطحلب)، الذي يكون بعد الانقسام الاختزالي جراثيم أحادية المجموعة الصبغية، التي تنمو وتعطي طور مشيجي (ن) الذي يعطي أمشاج (ن) لفترة قصيرة، لا تلبث أن تتحد مكونة لاقحة (٢ن) (شكل ٤–٥ أ).

(ب) **دورة حياة ثنائية متباينة الأطوار Heteromorphic diplontic**: وفيها يكون الطور المشيجي والطور الجرثومي مختلفين (أحدهما صغير جداً والآخر كبير وسائد). وفي هذه الدورة تنمو اللاقحة (٢ن) وتعطي طحلب كبير الحجم ذو خلايا جسمية (٢ن)، ويسمى بالطور الجرثومي (البوغي) Sporophyte الذي يعطي حوافظ جرثومية وحيدة الخلية (٢ن) والتي تعطي بعد الانقسام الاختزالي جراثيم مختزلة (ن)، التي تنمو مكونة نبات مشيجي (ن) أحدهما مذكر والآخر مؤنث. حيث يعطي المذكر سابحات ذكرية من الأنثريدات ويعطي النبات المشيجي المؤنث بيض من الأوجونات، ثم يحدث إخصاب وتتكون اللاقحة (٢ن) التي تنمو وتعيد الدورة، وهذا ما يعرف **بظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation** والتي فيها يكون النبات الجرثومي والنبات المشيجي متساويان في وجودهما، أو يسود أحدهما على الآخر (شكل ٤–٥ب).



شكل (٤–٥). أنماط دورات الحياة الثنائية، (أ) دورة ثنائية متشابهة الأطوار، (ب) دورة ثنائية متباينة الأطوار.

الأهمية الاقتصادية للطحالب

أولا: الفوائد

١ – الطحالب كغذاء

(أ) **استخدام الطحالب كعلف** : تستخدم الطحالب البحرية وخاصة الطحالب البنية لإنتاج أعلاف لتغذية الحيوانات النافعة مثل الماشية والدجاج.

(ب) **استخدام الطحالب كغذاء للإنسان** : ففي بعض البلاد تخلط بعض أنواع الطحالب بالأرز والأسماك، أو تستعمل في عمل الحساء أو في عمل السلاطات. وفى بعض الدول تستعمل الطحالب بصورة كبيرة كغذاء للإنسان.

(ج) **الطحالب كغذاء للأسماك** : تعتبر بعض الطحالب الخضراء والطحالب الحمراء والطحالب البنية غذاءً أساسية للأسماك والكائنات المائية الأخرى. ولا تفيد الطحالب فقط في تغذية الأسماك، وإنما تقدم لها المناخ المناسب لنموها فهي تخلص الوسط من ثاني أكسيد الكربون السام للأسماك، وتطلق الأكسجين الذي لا غنى عنه للأحياء المائية وذلك عن طريق عملية التمثيل الضوئي.

٢ – الطحالب فى الصناعة

(أ) **إنتاج حامض الألجين ومشتقاته** :تستخرج مشتقات حامض الألجين Algenic acid من كثير من أجناس الطحالب البنية مثل : لاميناريا – أسكوفيللم . والألجينات مواد غير سامة وذات لزوجة عالية. وتستخدم الألجينات كمادة تغلظ في صناعة الأغذية، مادة مالئة في مستحضرات التجميل، في صناعة المنسوجات وفي تحضير عجائب الطباعة، في صناعة الجبن والقشدة الصناعية، في صناعة الورق، في المادة اللامعة للسيراميك، في صنع قوالب طبع الأسنان.

(ب) كاراجينين Caragenin : تستخرج هذه المادة من الطحلب الأحمر كونسدوراس *Chondrus crispus* ويستخدم كغذاء فى البودنج وفى بعض أنواع الأيس كريم، كما تدخل أيضاً مثل الألجينات فى صناعة الأغذية والمنسوجات والأدوية والجلود وفى صناعة البيرة.

(ج) الأجار Agar agar : مادة تشبه الجيلاتين ولكنها خالية من النيتروجين، تستخرج من الطحالب الحمراء مثل جليديم *Gelidium,* وكوندوراس*Chondrus* ويستعمل الآجار فى الأوساط الغذائية الصلبة للبكتريا والفطريات والطحالب أثناء الفحص المعملي. ويدخل أيضاً في صناعة بعض مستحضرات التجميل، والمواد الدوائية والجلدية وصناعة المنسوجات والحلوى.

(د) اليود والمركبات الأخرى : تعتبر بعض الطحالب مصدرا لمادة اليود، وقد لوحظ أن الطحالب البنية تحتوى على أعلا نسبة من اليود بين الطحالب إذ تصل إلى حوالى (٠,٠٤ ــ ٠,٠٥%) من الوزن الجاف.

وفى بعض الأماكن تستخرج من بعض الطحالب عناصر أخرى مثل النحاس والحديد والمنجنيز. ويمكن الحصول أيضاً على مواد أخرى من الطحالب مثل البروم وحامض الخليك وحامض الفورميك والأسيتون.

(هـ) التربة الدياتومية Diatomites : بموت الدياتومات وترسبها تتكون التربة الدياتومية. والتربة الدياتومية تستغل في أغراض كثيرة فهي تستخدم فى الترشيح وفى تكرير السكر وفى صناعة البيرة. وتستخدم التربة الدياتومية فى امتصاص النيتروجلسرين فى صناعة الديناميت. وقد استخدمت التربة الدياتومية في تصنيع قوالب الطوب، وتستخدم التربة الدياتومية فى صناعة المطاط وفى صناعة المواد العازلة للغلايات وغيرها.

٣ – إنتاج الأدوية والمضادات الحيوية

تستخدم بعض الطحالب البنية والطحالب الحمراء في إنتاج بعض الأدوية الـتي تستعمل في علاج الجويتر وبعض الغدد، الانتفاخ وبعض الأمراض المعدية، بعض الأمراض التي تسبب ارتفاع في درجة الحرارة، علاج الإسهال،كمضاد لتجلط الدم،كمجلط للدم، وفى علاج الكلى والمثانة والرئتين.

وهناك اتجاه حديث لاستعمال الطحالب في إنتاج بعضا المضادات الحيوية مثـل الكلوريللين Chlorellin الذي يستخرج من الكلوريللا وقد أمكن استخراج بعض المواد التي توقف نمو أنواع معينة من البكتريا من بعض الطحالب.

٤ – تكرير الماء

نمو الطحالب بدرجة كبيرة في خزانات الماء يؤدى إلى إحداث أضرار كثيرة ولكن نمو الطحالب بصورة قليلة يمكن أن تعمل كمرشح بيولوجى بتكوين طبقة مخاطبة رقيقة مـع البكتريا والفطريات، وتستخرج هذه الطبقة التي تحجز البكتريا الضارة.

٥ – امتصاص المخلفات المشعة

بعض الطحالب لها القدرة على الامتصاص السطحي واستيعاب العناصر المشعة، مثل: طحلب بروفيرا *Prophyra* يمكنه امتصاص Ru^{106}، وطحلب الكلـوريلا يمكنـهما امتصاص KCs^{137} أما طحلب سينيديسميس و اسبيروجيرا *Scenedesmus, Spirogyra* فيمكنها امتصاص النظائر المشعة للكوبلت ـــ الحديد ـــ الكبريت ـــ الزنك وغيرها.

٦ – الطحالب كمصدر للمواد المنشطة للنمو

لوحظ أن وجود الطحالب في حقول الأرز يزيد من إنتاج الأرز ويحسن نوعية الحبوب، كما أن نقع الحبوب في ماء يحتوى على طحلب فورميـديم *Phormedium* يزيد من صلابة النبات وزيادة خضرته، كما يزيد محتوى الحبوب من البروتين.

٧ – الطحالب في سفن الفضاء

- تم دراسة إمكانية تنميته بعض الطحالب مثل طحلب كلوريللا في سفن الفضاء بغرض تنقية هواء المركبة من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تنفس الرواد وتجديد الأكسجين وكمصدر للغذاء .

ثانيا: الأضرار

- توجد بعض أنواع الطحالب في المياه تغير من رائحتها وطعمها وتكسبها ألوانا مختلفة.وفي بعض الأحيان تسبب بعض الطحالب انسداد المرشحات في أجهزة تنقية المياه. كما أن نموها الزائد يمكن أن يقلل من المحتوي الأكسوجيني في مجمعات المياه وبذلك تكون خطيرة على حياة الأسماك.
- بعض أنواع الطحالب لها القدرة على النمو على جدران حمامات السباحة فتجعلها زلقة وبذلك تعرض السباحين للخطر.
- تسبب بعض أنواع الطحالب مشكلات في صناعة الورق وبعض الصناعات الغذائية بسبب تكوين هذه الطحالب للمواد المخاطية.
- تفرز بعض أنواع الطحالب إفرازات تسبب تآكل المعادن المصنوع منها الأنابيب والغلايات.
- تسبب بعض أنواع الطحالب أمراض في الخياشيم لبعض الأسماك كما تحدث تسممات لبعض الأسماك والمحار وقنافذ البحر.

تقسيم الطحالب Classification of Algae

ثمة عدة نظم أعدت لتقسيم الطحالب. والنظام التالي المأخوذ به في تقسيم الطحالب يعد نظاماً معدلاً عن أنظمة مأخوذ بها، ومن أشهرها نظام Gangulee and Asok ١٩٧٢م ونظام Bold and Wynne ١٩٧٨م و ١٩٨٥م، ونظام Barker ١٩٨٥م. هذا ونهايات أسماء المراتب التقسيمية، تتمشى مع القواعد المأخوذ بها في النظام العالمي لتسمية الكائنات النباتية. ومما هو جدير بالذكر أن تقسيم الطحالب يكون في ضوء أسس معينة .

ويتوقف تقسيم الطحالب إلى مجموعاتها المختلفة **على المميزات الآتية** :

١ - نوع الأصباغ الموجود بها

٢ - نوع الغذاء المدخر بخلاياها.

٣ - تركيب الجدار الخلوي.

٤ - طراز التراكيب التكاثرية (التناسلية).

٥ - الحركة ووجودها في بعض الأطوار أو انعدامها (طبيعة الأسواط وتوزيعها على جسم الطحلب إن وجدت).

٦ - التراكيب الخارجية والداخلية لجسم الطحلب.

وقد سميت مجموعة الطحالب حسب اللون الظاهري الذي يتكون نتيجة الخليط الموجود في الأصباغ الخضراء والملونة فيها، لذا **تقسم الطحالب إلى المجموعات الرئيسية التالية:-**

قسم (١) الطحالب الخضراء Division : Chlorophyta : وهي وحيدة الخلية، متعددة الأنوية، خيطي يشبه الهيفات، وبعضها متعدد الخلايا، بعضها يتحرك بأهداب، تختزن النشا، ويتركب جدارها من مادة السليلوز ولونها أخضر وتحتوى على (كلوروفيل أ ، ب).

قسم (٢) الطحالب اليوجلينية Division : Euglenophyta : كلها وحيدة الخلية، تتحرك بالأسواط (سوط أو سوطين أو ثلاث أسواط للخلية الواحدة). تختزن

الباراميليوم أو الدهون، لا يوجد بها جدار خلوي، ولونها أخضر وتحتوى على كلوروفيل أ ، ب) وكاروتينات خاصة وزانثوفيل.

قسم (٣) **الطحالب البيرية Division : Pyrrophyta (Dinophyta)** : غالبيتها وحيدة الخلية، والقليل منها خيطي متحرك (بواسطة سوطين غير متماثلين في الطول أو التركيب). تختزن النشا أو الزيوت. يتركب الجدار فيها من السليلوز. تحتوى على كلوروفيل (أ، ج) وكاروتينات خاصة.

قسم (٤) **الطحالب الذهبية Division : Chrysophyta** : وهى وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا أو خيطية الشكل وتتحرك بواسطة سوطين في أوضاع مختلفة، وتختزن ليوكوسين وزيت. الجدار الخلوي مكون من نصفين يغطى أحدهما الأخر، وغالبا يحتوى على السليكا، وبعضها ليس له جدار. تحتوى على كلوروفيل (أ + ج) وكاروتينات خاصة.

قسم (٥) **الطحالب البنية Division Phaeophyta** : وهى عديدة الخلايا تشبه النباتات الراقية، تتحرك بواسطة سوطين غير متماثلين في الطول، تخزن مادة اللامينارين ودهن. يتركب الجدار الخلوي من السليلوز واللجنين وتحتوى على كلوروفيل (أ + ج) وكاروتينات خاصة.

قسم (٦) **الطحالب الحمراء Division : Rhodophyta** : وهى وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا تشبه النباتات الراقية، غير متحركة، وتخزن النشا، ويتركب جدارها الخلوي من السليلوز وتحتوى على كلوروفيل (أ) وفايكوبيلينات Phycobilinis.

وفى الفصول التالية دراسة لبعض أقسام الطحالب ذات الأنوية المتعضية (حقيقية النواة).

الفصل الثاني

الطحالب ذات الأنوية الحقيقية

أولاً : قسم الطحالب البيرية (الدينوية Division : Pyrrophyta (Dinophyta

الصفات العامة

١ – البيئة والتوزيع

تعيش الطحالب البيرية Pyrrophyta (الداينوية Dinophyta – الدوارة – النارية) في البحار والمياه العذبة على هيئة عوالق نباتية Phytoplankton، وسميت بهذا الاسم لأنها تتحرك بأسواط تُدَوِّر جسمها في الماء، سميت "بالنارية" لأن بعض أنواعها تشع ضـــوءً، كما أن أنواع قليلة منها تعيش متطفلة على بعض الحيوانات اللافقارية.

٢– الشكل والتركيب.

معظم الطحالب البيرية (الداينوية) وحيدة الخلية وتتحـــرك بســـوطين غـــير متماثلين في الشكل والموضع (كليهما داخل شقوق على سطح الخلية) أحد السوطين يحيط بالجسم في شق (تجويف– انخفاض) مستعرض في حين يمتد الأخر بشكل طـــولي (عموديا) للخلف. وتدفع ذبذبات السوط المستعرض وتموجات السوط الطولي الخلية في حركة دائرية خلال الماء. معظم الأجناس لها بقعة عينية وفجوات صغيرة غير منقبضة.

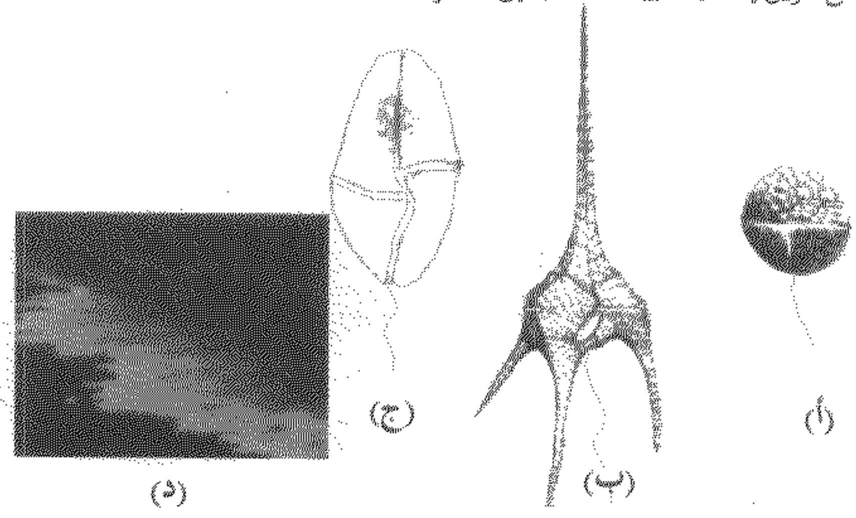
تكون بعض الخلايا عارية إلا أن معظمها ذات جدر (درع قوى) مكونة من صفائح صغيرة من السليلوز وكلسية. تتجمع الصفائح حول الخلية في نصفين علـــوي (إبيكون Epicone) وسفلي (هيبوكون Hypocone)، يفصل بينهما انخفاض (تجويف) عرضي. وترتيب الصفائح في الدرع تميز بين الأنـــواع والأجنـــاس المختلفـــة هـــذه الطحالب. ويفيد الدرع القوى حيوان المرجان (جوفمعويات) الذي يعـــيش معيشـــة تكافلية مع الطحالب البيرية مستفيد من الدرع (الكلسي) في بناء هيكلـــه وتشـــكيل الشعاب والجذر المرجانية. ومن أمثلة الطحالب البيرية طحلب بيريدينيوم *Peridinium*،

طحلب سيراتيوم *Ceratium*، وطحلب جيموديتام *Gymnodium* (شكل ٤-٦أ،ب،ج)، وطحلب الجومفونيما *Gomphonema* ذي اللون البني المحمر والذي يُحدث أثناء تكاثره (تكاثر انفجاري) في بعض فترات السنة ظاهرة المد الأحمر Red tide (شكل ٤-٦د) حيث تبدو مياه البحر ذات لون أحمر لامع (أثناء الليل) ناتج عن خاصة التفسفر التي تتميز بها الخلايا الطحلبية.

تحتوى هذه الطحالب على الكلوروفيل (أ ، جـ) كما توجد أيضا الأصباغ المساعدة الكاروتين والزانثوفيل وتحتوى على صبغ البيريدينين Peridinin. لون الخلايا يكون أخضر مصفر إلى بني ذهبي ووجود البيريدينين والكاروتين هما المسئولان عن اللون البني الذهبي.

٣- التغذية

معظم أنواعها ذاتية التغذية ومعظم المواد الادخارية الناتجة من عملية البناء الضوئي توجد على هيئة حبيبات نشا Pyrinoids في سيتوبلازم الخلية بالإضافة للزيوت. الأنواع التي لاتقوم بعملية البناء الضوئي (لا تحتوى على البلاستيدات) تكون غير ذاتية التغذية الضوئية تتغذى بطريقة البلعمة عن طريق إدخال الحبيبات الغذائية إلى الفجوات الهاضمة للخلية الطحلبية.



شكل (٤-٦). بعض أشكال الطحالب (الدوارة - النارية) الدينوية : (أ) طحلب بريدينيوم ،(ب) طحلب سيراتيوم، (ج) طحلب جيموديتيام)، (د) ظاهرة المد الأحمر.

٤- التكاثـــــر

١ ـــ التكاثر اللاجنسي

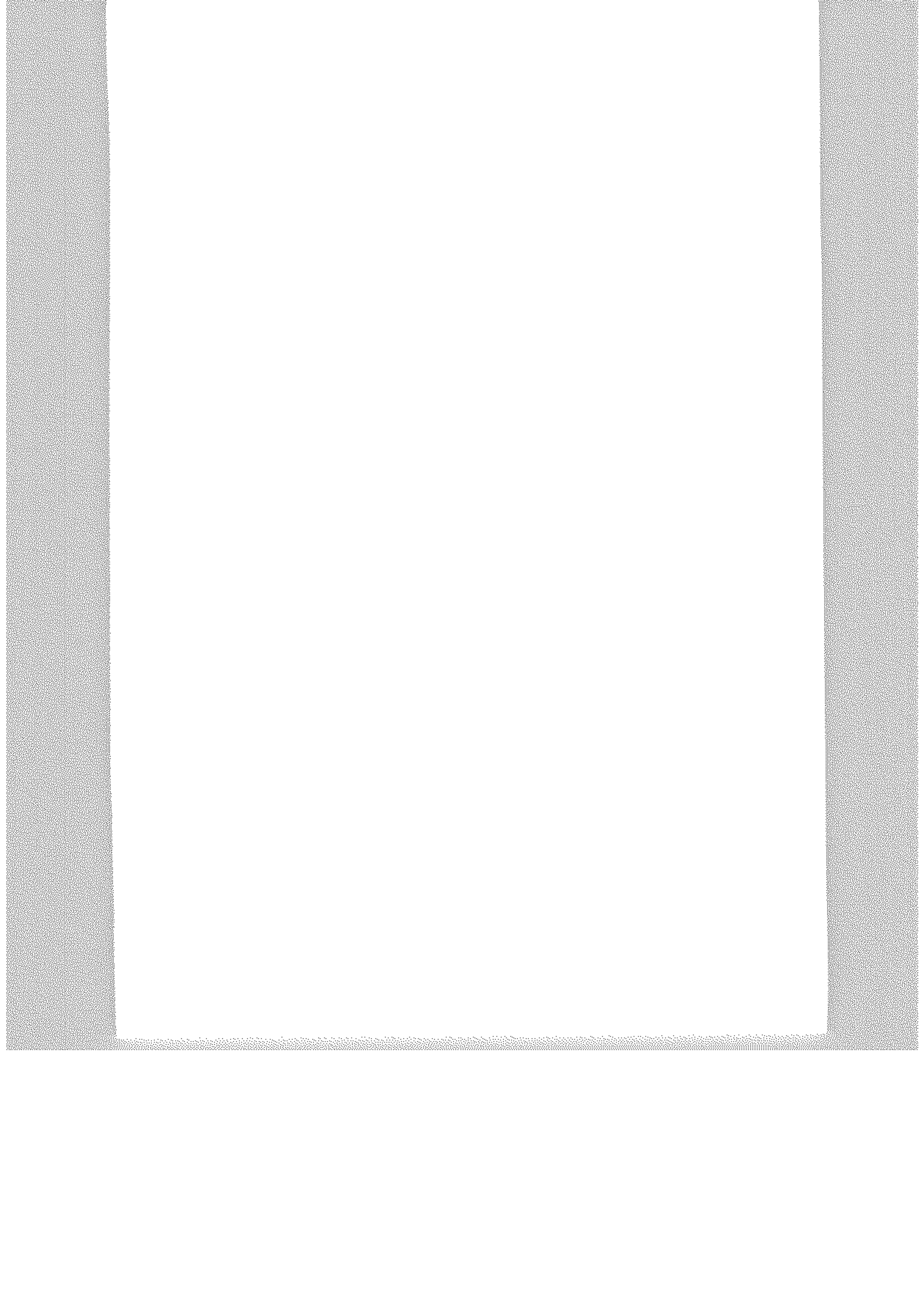
يتم بواسطة انقسام الخلايا انقسام مباشر من منطقة الانخفاض العرضـــي. ففـــي طحلب بيريدينيوم Peridinium sp. تنقسم الخلية الأم إلى خليتين داخل الدرع، ثم تغادر الخليتان البنويتان الدرع للوسط الخارجي وتشكل كل واحدة درع جديد يحيط بهـــا. وفي طحلب سيراتيوم Ceratium sp. يتكاثر الطحلب مع الاحتفاظ بدرعه القـــديم حيـــث تنشطر الخلية في منطقة الانخفاض العرضي إلى خليتين ويتمم كل خلية جديدة ما ينقصها من نصف الدرع. وقد يحدث التكاثر اللاجنسي بتكوين جراثيم متحركة أو غير متحركة.

٢ - التكاثر الجنسي

نادراً ولكن يحدث في بعض الأحيان عن طريق الاندماج بين أمشاج متحركة متماثلة شكلاً ومختلفة فسيولوجياً كما يحدث في طحلب سيراتيوم *Ceratium* sp. أو عن طريق اندماج أمشاج متحركة متباينة (مختلفة شكلاً وفسيولوجياً) مثل طحلـــب جنس جيمودينام *Gymnodium*.

علاقته بالكائنات الأخرى

توجد هذه الطحالب بأعداد فلكية هائلة ،وتكون مع الدياتومات المصدر الرئيسي لجميع المواد الغذائية في البحار. وتعتبر ظاهرة المد الأحمر (الفتـــرة الـــتي تتكاثر فيها الطحالب بغزارة (شكل ٤-٦) من الظواهر الضارة بالبيئة البحريـــة، وذلك لأن بعض أنواعها مثل طحلب *Protogonyalax catenella* تفـــرز سمـــوم (Neosaxitoxin, Saxitoxin) والتي بدورها تؤدى إلى تسمم كبد الأسمـــاك الـــتي تتغذى على هذا الطحلب، وأيضاً تسمم بعض الرخويات الحيوانية البحرية مثـــل المحار مما يؤدى إلى موتها. لذا ينصح بعدم صيد وتناول المحار والأسمـــاك أو بقيـــة الكائنات البحرية التي تتغذى على العوالق النباتية البيرية من المناطق التي تنتشر فيها هذه الظاهرة (Van den Hoek *et al* 1993).



الفصل الثالث

تابع الطحالب ذات الأنوية الحقيقية

ثانيا : قسم الطحالب الخضراء

Division : Chlorophyta

وهى وحيدة الخلية،أو متعددة الأنوية،أو خيطي يشبه الهيفات، وبعضها متعدد الخلايا، منها ما يتحرك بأهداب، تختزن النشا، ويتركب جدارها من مادة السليلوز ولونها أخضر (لاحتوائها على كلوروفيل أ ، ب).

الخصائص العامة General characteristics

١ – **الانتشار Distribution** :تعتبر الطحالب الخضراء والتي تضم ٤٠٠ جنساً و ٧٠٠٠ نوعاً الثانية بعد الدياتومات من حيث عدد الأنواع. كما أنها تتباين في الحجم والشكل والتعقيد أكثر من أي مجموعة طحلبية أخرى. ومن حيث تركيبها العام وخصائصها التكاثرية فإنها تبين تقدماً تطورياً أقل من الطحالب الحمراء أو البنية. ويشبه بعض البروتوبلاست إلى حد ما نظيره في النباتات الراقية، فيضم المحتويات النموذجية والجسيمات بما في ذلك الأنوية والبلاستيدات.

٢ – **البيئة Habitat**: تعيش الطحالب الخضراء Green algae ظروف مختلفة فهي توجد في المياه العذبة والمالحة وفي التربة وعلى الصخور والخشب الرطب وقلف الأشجار. وتتميز معظم الأنواع التي تعيش في المياه العذبة بأنها توجد مغمورة في الماء بينما تتميز الأنواع التي تعيش في المياه المالحة بقربها من الشواطئ، وتكون عادة مثبتة بالصخور. وتعيش معظم الطحالب الخضراء معيشة حرة Free living والقليل منها متطفلة أو تكافلية ضمن الأشنات.

٣ – **اللون Colour**: يعزى اللون الأخضر إلى حاملات أصباغ بها مادة الكلوروفيل (أ + ب) بالإضافة إلى أصباغ أخرى مثل بيتا كاروتين، فيكوإريثرين، فيكوزانثين، الهامة للبناء الضوئي.

٤ – **المادة المخزنة Stored food**: تمتاز أفرادها بأن مادة النشا هي المادة المخزنة من فائض عملية البناء الضوئي، وتتجمع في جزء خاص من البلاستيدة يعرف بمراكز تكوين النشا Pyrenoids وهي تبدو على هيئة حبيبات كروية أو بيضاوية.

٥ – **تركيب الجدار الخلوي Structure of cell wall**: تتركب جدر الخلايا عادة من مادة السليلوز والبكتين، كما تشير بعض الأبحاث إلى إمكانية احتواء الجدار الخلوي على بروتينات (جليكوبروتينات) في تركيبه الكيميائي كما هو الحال في النباتات الراقية. ولقد بين المجهر الإلكتروني أن الجدار الخلوي في أجناس عديدة يماثل الجدار الخلوي في النباتات الراقية.

٦ – **الحركة** : قد تكون الطحالب الخضراء متحركة أو غير متحركة، وتتم الحركة في خلايا الطحالب الخضراء المتحركة بواسطة هدبان (سوطان) أماميان متشابهان ومتساويان لكل خلية. وفي بعض الطحالب مثل طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas* sp. وطحلب فولفوكس *Volvox* تتصل الأسواط بجهاز حركة خاص Neuromotor apparatus يوجد تحت كل سوط ويتكون من حبيبة تعرف بالبليفاروبلاست Belepharoplast.

٧ – **الشكل والحجم Shape and Size** : تختلف الطحالب الخضراء عن بعضها البعض اختلافاً كبيراً في الشكل والحجم، فقد يتكون جسم الطحلب: (أ) من خلية واحدة (تقوم بجميع الوظائف الحيوية)، غير متحرك (مثل طحلب كلوريللا *Chlorella*) أو متحركة ذات هدبين (مثل طحلب كلاميدوموناس)، أو من (ب) عدة خلايا مجتمعة وليس بينها تخصص أو تقسيم عمل (**مستعمرة بدائية كروية متحركة**) بل تقوم كل خلية بجميع الوظائف الحيوية (مثل مستعمرة الباندورينا *Pandorina* sp.)، أو خلايا متجمعة تختلف في أشكالها وأحجامها (**مستعمرة متطورة متحركة**) أي يوجد قدر كبير من التمايز

والتخصص بين الخلايا حيث تقسيم العمل الوظيفي بين الخلايا (مثل مستعمرة الفولفوكس *Volvox* sp.). أو (جـ) من خيط طحلبي Filamentous algae **مقسم وغير متفرع** يتكون من صف واحد من الخلايا المتراصة تحتفظ كل خلية منها بسائر وجوه نشاطها الخضري والتناسلي (كما في طحلب سبيروجيرا *Spirgyra* sp. وطحلب يولوتريكس *Ulotrix* sp.). **أو شبه ورقية** بسماكة خليتين مثل طحلب أولفا *Ulva* sp.، **أو متفرعة تترسب في جدارها كربونات الكالسيوم** (مثل طحلب كارا *Chara* sp.)، **أو من خيط طحلبي متفرع وغير مقسم** (مدمج خلوي) يظهر وكأنه خلية واحدة مستطيلة الشكل (مثل طحلب فوشيريا *Vaucheria* sp.). وقد يتعقد تركيب الثالوس الطحلبي أكثر من ذلك كما في بعض الأنواع التي تعيش في المياه المالحة.

٨ – **الخصائص التكاثرية**

(أ) **التكاثر اللاجنسي**: يحدث بالنمو الخضري أو بالجراثيم اللاجنسية. ويتم (أ) النمو الخضري بانقسام الخلايا الفردية مباشرة ثم انفصال أجزاء من الطحلب ثم نمو كل منها على حدة كما في طحلب سبيروجيرا *Spirogyra* sp.. أما (ب) التكاثر بالجراثيم اللاجنسية فيتم بتكوين إما **جراثيم سوطية متحركة** Zoospores (كما في طحلب كلاميدوموناس)، **أو جراثيم غير متحركة** Aplanospores (كما في طحلب كلوريلا *Chlorella* sp.) ويعتبر تكوين الجراثيم المتحركة صفة بدائية. وتتكون الجراثيم اللاجنسية داخل خلايا خضرية عادية وأحياناً داخل خلايا خضرية متخصصة تعرف بأكياس الجراثيم السوطية Zoosporangium.

(ب) **التكاثر الجنسي Sexual reproduction** : قد يحدث في الطحالب الخضراء الأكثر بدائية (أ) بواسطة أمشاج Gametes متحركة متشابهة (كما في طحلب كلاميدوموناس) ويسمى التزاوج في هذه الحالة باسم **التزاوج المتماثل**

Isogamy. وقد يحدث (ب) بين أمشاج (جاميطات) متحركة غير متشابهة (كما في مستعمرة باندورينا *Pandorina* sp.) ويسمى التزاوج في هذه الحالة **بالتزاوج غير المتماثل** Anisogamy. وقد يحدث (ج) بين مشيج ذكرى متحرك ومشيج مؤنث غير متحرك (كما في طحلب فولفوكس)، وقد يحدث التزاوج (د) بين خليتين متشابهتين غير متحركتين (كما في طحلب سبيروجيرا). وعموماً الحوافظ المشيجية Gametangia دائماً وحيدة الخلية. ويسمى الطحلب متماثل الثالوس Homothalic إذا نتجت الأمشاج المذكرة والمؤنثة من طحلب واحد، ويسمى متباين الثالوس Heterothallic إذا تكونت الأمشاج المذكرة على طحلب والأمشاج المؤنثة على طحلب آخر.

ويضم هذا القسم طائفتين هما طائفة الطحالب الخضراء Chlorophycophyceae، وطائفة الطحالب الكارية Charophycophyceae وتتباين الطائفتين فيما بينهما من حيث التراكيب الخضرية وتراكيب أعضاء التكاثر، والخصائص التكاثرية.

أولاً : طائفة الطحالب الخضراء Class : Chlorophycophyceae

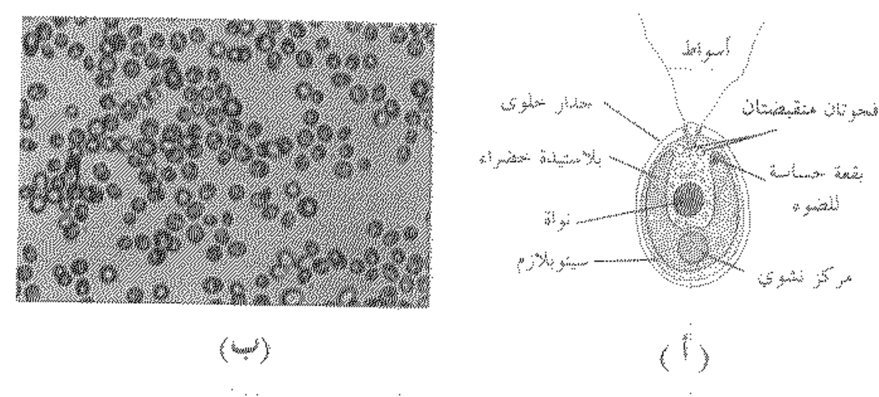
تتميز باحتوائها على مدى واسع من التراكيب الخضرية ، كما تتميز بوجود أصباغ الكلوروفيل أ ، ب a & b، وتراكم النشا كمواد غذائية مخزنة، واحتوائها على جدر خلوية من السليلوز، والأسواط إن وجدت تكون ثنائية أو رباعية أو أكثر من ذلك. وتقسم هذه الطائفة إلى عدة رتب حسب التركيب الخضري للجسم.وهى رتبة فولفوكالس Volvocales، ورتبة كلوروكوكالس Chlorococcales، ورتبةالوتريكالس Ulotricales، ورتبة الفالس Ulvales، ورتبة كلادوفورالس Cladophorales، ورتبة اوديوجونالس Oedogonales، ورتبة كونجيوجاليس Conjugales (زيجنيمالس Zygnemales).

أمثلة نموذجية

رتبة فولفوكالس *Volvocales*

١ – جنس الكلاميدوموناس *Chlamydomonas* sp.

يعيش طحلب الكلاميدوناس *Chlamydomonas* في المياه العذبة والتربة الرطبة، ويكثر في المياه الغنية بالأمونيا. والطحلب بدائي وحيد الخلية، وتحمل كل خلية سوطين أماميين، ويكون شكل الخلية بصورة نموذجية كروياً أو بيضياً، ويحاط الطحلب بجدار سليلوزي يحتوى بالداخل على سيتوبلازم محاط بالغشاء البلازمي. وتحتل الجزء الأكبر من الخلية بلاستيدة خضراء كأسية الشكل، ويقع على البلاستيدة الخضراء قرب الطرف الأمامي للخلية جسم ملون حساس للضوء يسمى بالبقعة العينية Eye spot (Stigma)، كما يوجد مركز واحد أو مراكز نشوية لتكوين النشا Pyrenoids داخل البلاستيدة الخضراء. ويقع بالقرب من قاعدتي السوطين فجوتان منقبضتان Contracilte vacules تقومان بعملية الإخراج وبمعادلة الضغط الأسموزي في الخلية. وتحتوى كل خلية على نواة حقيقية وتوجد النواة في تجويف البلاستيدة في حالة الأنواع ذات البلاستيدة الكأسية (شكل ٤-٧).



شكل (٤-٧). رسم تخطيطي لتركيب طحلب كلاميدوموناس (وحيد الخلية) (أ)، صورة مجهرية لطحلب الكلاميدوموناس (ب).

التكاثـــر Reproduction

التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

يحدث تحت الظروف الملائمة بتكوين جراثيم سابحة Zoospores **ويتم كالآتي**:

- يبدأ بضعف حركة الطحلب ثم يفقد أسواطه (أهدابـه)، وتختفـي الفجوتـان المتقبضتان ويتجمع البروتوبلازم منفصلاً عن الجدار الخلوي.
- ينقسم البروتوبلازم في المنتصف، ثم يحدث انقسام البلاستيدة الخضـراء شـاملاً انقسام مركز تكوين النشا (تظل البقعة العينية مع أحد البروتوبلاومين ثم تتكـون بقعة عينية جديدة في البروتوبلاست الآخر. ثم يتكرر الانقسـام الغـير مباشـر للبروتوبلاست ويكون مستوى الانقسام الثاني عمودي على مستوى الانقسـام الأول وينتج عن ذلك أربعة بروتوبلاستات.
- قد يقف الانقسام عند هذا الحد وقد يستمر إلى ثلاثة أو أربعة انقسامات متتالية (مكوناً ٢-٤-٨ وحدات بروتوبلاست) ويزيد. ثم تكتسب كل واحدة هـدبين وتكون جرثومة سابحة.ثم يتمزق الجدار الخلوي وتنطلق الجراثيم السابحة لتنمو إلى طحلب جديد (شكل ٤-٨).

الطور البالميللي Palmella stage

يحدث أحياناً نتيجة لظروف غير ملائمة عدم قدرة هذه الوحدات الناتجة عن الانقسام وتكوين أهداب، ويتغلظ جدار الخلية الأصلية (الأم) وتتغلظ جدر الوحدات التكاثرية بها (اللاجنسية) تغلظاً هلامياً. وتنقسم كل وحدة بدورها إلى أربعة وحدات لا جنسية،كما تنقسم الوحدات الجديدة أيضاً إلى وحدات تتغلظ جدرها تغلظ هلامي وتكون كل هذه الوحدات محاطة بجدار الخلية الأم المغلظ. ويعرف هذا الطـور مـن التكاثر **بالطور البالميلي**. وعند تحسن الظروف تتكون الجدر والفجـوات المنقبضـة

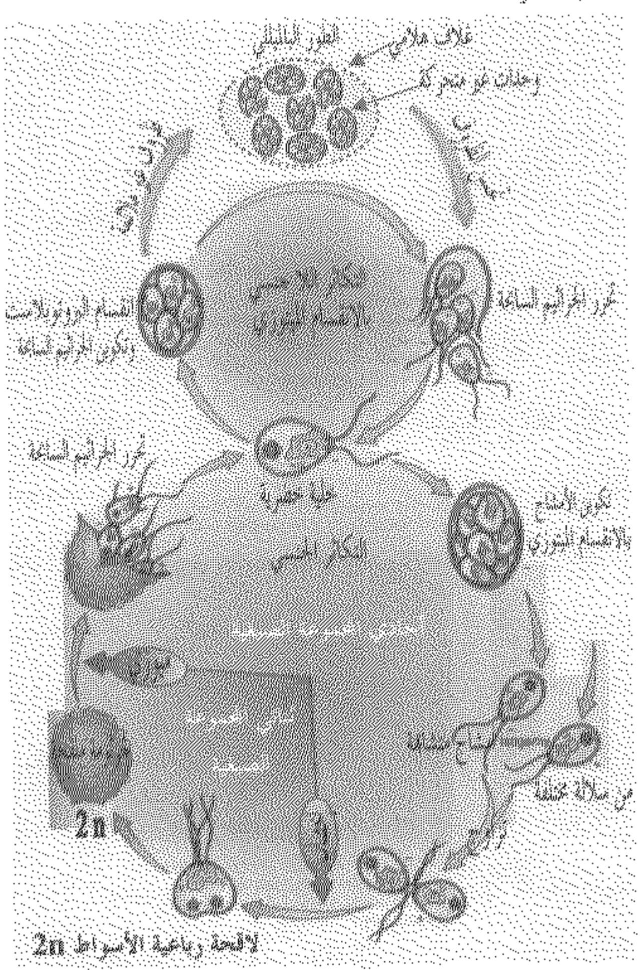
والأسواط للجراثيم اللاجنسية وتتحرر من الغلاف الهلامي، ثم تنمو لتعيد دورة الحياة. (شكل ٤ –٨).

التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يحدث هذا النوع من التكاثر في الظروف الغير ملائمة (عند نقص كمية النيتروجين)، وأحياناً تحت الظروف الملائمة. ويحدث التكاثر الجنسي إما بين أمشاج متحركة متشابهة Isogametes، أو بين أمشاج متحركة غير متشابهة Heterogametes. كما قد يحدث التزاوج الجنسي بين أمشاج ناتجة من نفس الخلية الأصلية ويعرف الطحلب في هذه الحالة بأنه **أحادى المسكن** Monoecious أو يحدث التزاوج بين مشيجين من أبوين مختلفين جنسياً أو فسيولوجيا ومتشابهان ظاهرياً ويعرف الطحلب في هذه الحالة بأنه **ثنائي المسكن** Dioecious وعموماً غالبية أنواع الكلاميدوموناس متشابهة الأمشاج وثنائية المسكن.

ويتم تكوين الأمشاج السابحة بانقسام محتويات الخلية إلى عدد كبير من الأمشاج (٨–٣٢ مشيج) تشبه الجراثيم السابحة ولكنها أصغر حجماً، كما أنها تحتوى على نصف العدد الصبغي (الكروموسومات).

يقترب المشيجين المتزاوجين من الناحية الأمامية، ويذوب الجدار الفاصل بينهما، ثم تندمج أنويتهما وتتكون لاقحة Zygote رباعية الأسواط ثنائية الأنوية (العدد الثنائي من الكروموسومات). تسبح اللاقحة لفترة قصيرة ثم تفقد أسواطها وتستقر وتحيط نفسها بجدار سميك وتتحول إلى جرثومة ساكنة (الجرثومة الملقحة Zygosopre) يمكنها تحمل الظروف البيئية الصعبة، وإذا ما قيأت الظروف الملائمة تتحرر الجراثيم السابحة التي تنمو لتعطى أفراد جديد. (شكل ٤ –٨).

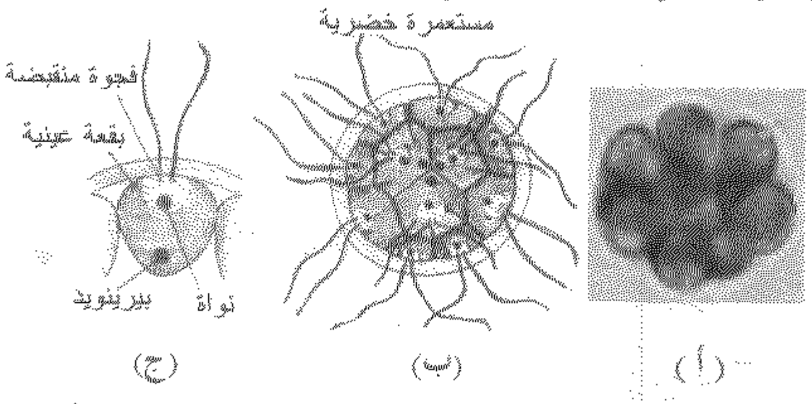


شكل (٤-٨). دورة حياة طحلب كلاميدوموناس محتوية على كل من التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي.

٢ - جنس باندورينا *Pandorina* sp.

تعيش مستعمرة باندورينا في المياه العذبة والبرك والمستنقعات، وهي مستعمرة بدائية في طريقة حياتها، حيث تقوم كل خلية على حدة بالوظائف الحيوية المختلفة. متحركة كروية الشكل، محاطة بغلاف هلامي. تتكون المستعمرة من ٤ - ٣٢ خلية متلاصقة مكونة كرة مصمتة، وتشبه كل خلية فيها طحلب كلاميدوموناس من حيث

التركيب إلا أن الجزء الأمامي هو الجزء العريض والذي يوجد به السوطان والبقعة العينية والفجوتان المنقبضتان. تتحرك المستعمرة بمحصلة حركة أهداب الخلايا، تمثل المستعمرة مستوى أو مرحلة في خط تطوري محتمل بين الطحالب الخضراء (شكل ٤-٩).



شكل (٤-٩). طحلب الباندورينا، صورة مجهرية لمستعمرة الباندورينا (أ)، مستعمرة الباندورينا (خضرية) (ب)، جزء يوضح تركيب الخلية بالمستعمرة

٣ – جنس فولفوكس *Volvox* sp.

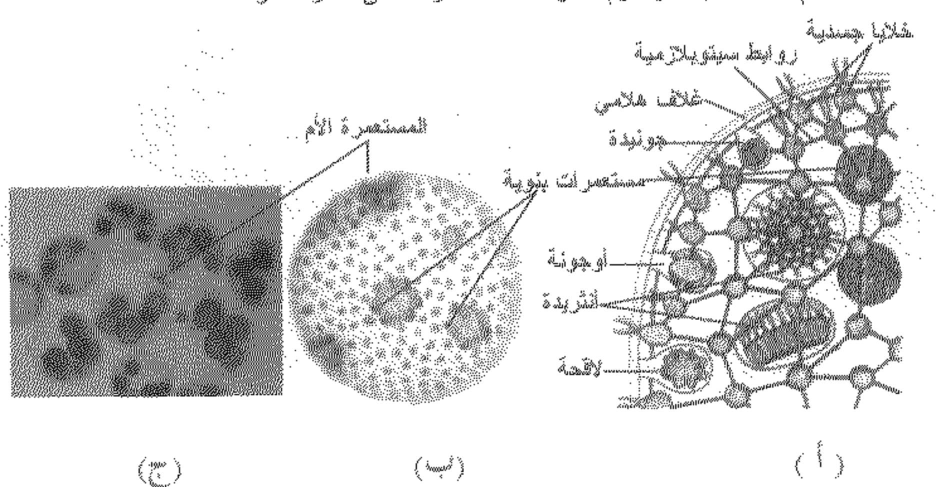
تعيش مستعمرة فولفوكس في المياه العذبة والبرك والمجارى المائية والبحريات، وتكثر عادة في الربيع وتختفي في الصيف وبقية العام.

الشكل والتركيب **Shape and Structure**

يصل حجم مستعمرة الفولفوكس إلى حجم رأس الدبوس تقريباً، وتتكون المستعمرة من عدد كبير من الخلايا شبيهة بكلاميدوموناس مرتبة في طبقة واحدة محاطة بغلاف هلامي يربط بعضها ببعض خيوط سيتوبلازمية. ويملأ تجويف المستعمرة محلول مائي. تتحرك المستعمرة في الماء العذب الذي تعيش فيه بواسطة الأسواط التي تخرج من الأطراف الأمامية للخلايا الجسدية. الخلايا التي تقع في الجزء الأمامي من المستعمرة لها بقع عينية كبيرة ويحتمل أن يكون لها دور أكبر في استجابة المستعمرة للضوء. وتمتاز مستعمرة الفولفوكس بوجود ظاهرة تقسيم العمل الوظيفي بين الخلايا المكونة لها، إذ تبلغ

هنا أقصى مراتب التطور بين المستعمرات الطحلبية. **والأنواع الأربعة من الخلايا المتخصصة فسيولوجياً في مستعمرة الفولفوكس** (شكل ٤-١٠) **هي :**

١ - الخلايا الجسدية أو الخضرية Somatic cells : وتشمل أغلبية الخلايا المكونة لجسم المستعمرة، وتقوم بالوظائف الحيوية مثل الحركة والتغذية.



شكل (٤-١٠). شكل وتركيب مستعمرة فولفوكس (أ)، صور مجهرية للمستعمرة (ب،ج).

٢ - الجونيدات أو الخلايا الجونيدية Gonidia : وهي خلايا قليلة العدد ولكنها تتميز بكبر أحجامها بالنسبة لبقية الخلايا، وهي مستديرة الشكل وغنية بالسيتوبلازم، وتوجد كل جونيدة Gonidium في كيس جيلاتيني ومتخصصة فسيولوجياً للقيام بعملية التكاثر اللاجنسي منتجة مستعمرات بنوية.

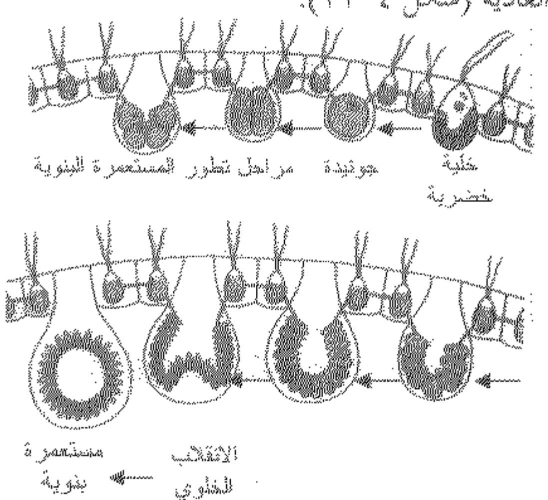
٣ - الأنثريدات أو الخلايا الأنثريدية Anthreidia :وهي خلايا متخصصة فسيولوجياً لإنتاج الأمشاج الذكرية Spermatozoides.

٤ - الأوجونات Oogonia : وهي خلايا متخصصة فسيولوجياً لإنتاج الأمشاج الأنثوية، وهي خالية من الأهداب وتعرف بالبيضات Ova، ويتكون داخل كل أوجونة بيضة واحدة مستديرة الشكل

التكاثــــــر Reproduction

١ - التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

عندما تكبر المستعمرة وخاصة في الربيع فإن عدد خلايا المستعمرة يتحول إلى خلايا تكاثر لا جنسي تسمى الجونيدات Gonidia وهي أكبر عدد في الحجـــم مـــن خلايا الفولفوكس العادية (شكل ٤-١١).



شكل (٤-١١). مراحل التكاثر اللاجنسي في مستعمرة فولفوكس

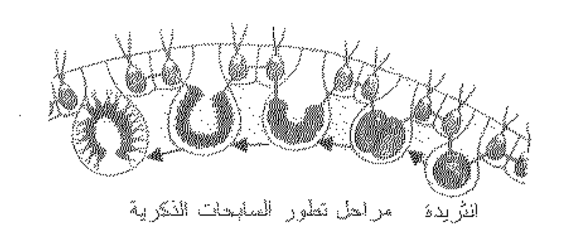
تنقسم محتويات الجونيدة انقسام مباشر إلى عدد كبير من الخلايا تنتظم بـــداخل الخلية الجونيدية مكونة مستعمرة بنوية Daughter colony. تزداد الجونيـــدة في الحجـــم بازدياد المستعمرة البنوية، ثم تتحرر المستعمرة البنوية بعد تمزق جدار الخليـــة الجونيديـــة، وتتخذ طريقها إلى داخل تجويف المستعمرة الأم (الأصلية) وعندما تصل المستعمرة البنويـــة درجة البلوغ وعند موت المستعمرة الأم تبدأ في الاعتماد على نفسها (شكل ٤-١١).

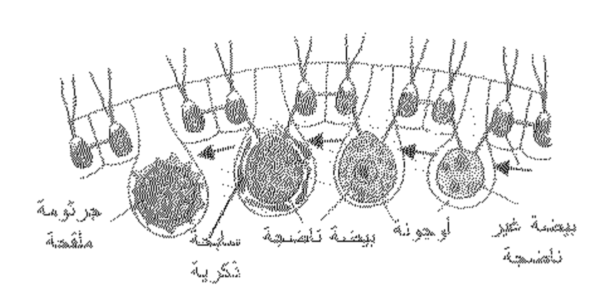
٢ - التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يحدث بطريقة أكثر تطوراً منه في مستعمرة باندورينا، وهو يحدث في نهايـــة موسم النمو (فصل الربيع). حيث تتكون أعضاء التذكير (الأنثريـــدات Antheridia)

وأعضاء التأنيث (الأوجونات Oogonia). تنقسم أعضاء التذكير انقسامات عديدة مكونة العديد من السابحات الذكرية (الأمشاج الذكرية). والسابحات الذكرية مغزلية الشكل ذات سوطان أماميان. ينضج عضو التأنيث (الأوجونة) بتحول بروتوبلازمه إلى مشيج مؤنث يعرف بالبيضة. والأوجونة تعطى بيضة واحدة كروية غير متحركة وتحتوى على نواة واحدة وفي قمة البيضة شق لدخول السابح الذكرى.

تتحرر السابحات الذكرية وتسبح في الماء باتجاه البيضة، وتنجح سابحة ذكرية واحدة (١ن) في تلقيح البيضة (١ن) فتكون اللاقحة Zygote (٢ن). تفرز اللاقحة حول نفسها جدار سميك لونه برتقالي وتصبح جرثومة ساكنة Oospher (Zygospore) تكمن لفترة حتى تتحسن الظروف البيئية. بعد موت المستعمرة الأم تظل الجرثومة الملقحة (البيضة) حرة لفترة حتى موسم الربيع ثم تبدأ في الانقسام انقساماً اختزالياً، ثم تنقسم عدة انقسامات مباشرة لتكون مستعمرة جديدة (شكل ٤-١٢).





شكل (٤-١٢). مراحل التكاثر الجنسي في مستعمرة فولفوكس.

رتبة كلوروكوكالس *Chlorococales*

١- جنس كلوريلا *Chlorella*

يعيش طحلب كلوريلا في المياه العذبة وفي التربة الرطبة وعلى أسطح جذوع الأشجار قريباً من سطح التربة، كما تعيش على الحوائط الرطبة. والكلوريلا طحلب وحيد الخلية كروي إلى بيضاوي الشكل غير متحرك، يحتوى على نواة وبلاستيدة دقيقة فنجانية الشكل، لا تحتوى البلاستيدة على مركز تشوى في أغلب الأحوال. كما لا توجد بقعة عينية ولا فجوات منقبضة (شكل ٤-١٣).

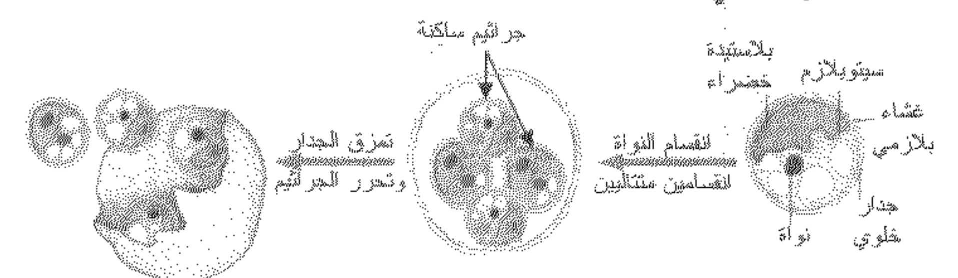
وطحلب كلوريلا ذو قيمة غذائية مرتفعة وخاصة البروتين، لهذا فقد نال اهتمام كثير من الدارسين ورأى البعض فيه وسيلة لحل مشكلة الغذاء

التكاثر Reproduction

١ – التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

التكاثر اللاجنسي يتم بانقسام نواة الخلية انقسامين متتاليين غير مباشرين وأحياناً يتبعه انقسام ثالث أو أكثر. تحاط كل نواة بعد كل انقسام بجزء من السيتوبلازم ثم تحاط بجدار منتجة في النهاية ٤ أو ٨ أو ١٦ جرثومة غير متحركة Aplanospores. يتمزق جدار الخلية الأم وتتحرر الجراثيم التي تنمو بعد ذلك إلى أحجامها الأصلية (شكل ٤-١٣).

٢ – التكاثر الجنسي Sexual reproduction: غير معروف



شكل (٤-١٣). مراحل التكاثر اللاجنسي لطحلب كلوريللا.

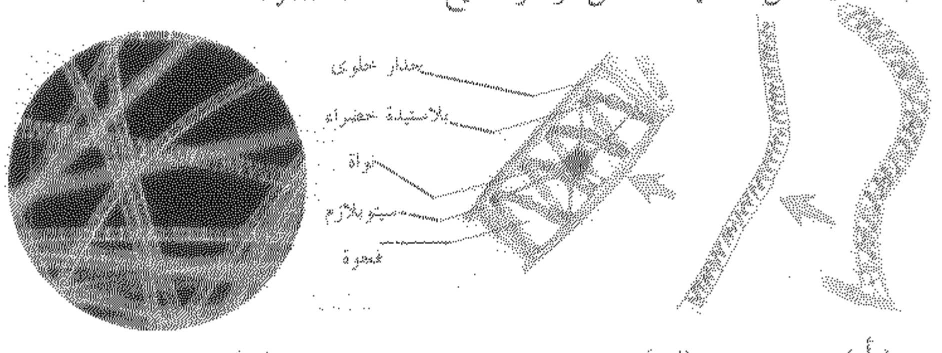
رتبة زيجنيمالس Order : Zygnemales (كونجيوجالس Conjugales)

١ – جنس سبيروجيرا *Spirogyra* sp.

وهو من أوسع الطحالب الخضراء انتشاراً وكثرة ويسمى "حرير الماء" ويعيش في المياه العذبة الراكدة في البرك والمستنقعات، ويوجد طافياً على هيئة كتل فوق سطح المياه العذبة، ويظهر للعين المجردة على هيئة خيوط خضراء رفيعة مخاطية الملمس مع طحالب أخرى خضراء، مكونا يسمى بالريم الأخضر أو ريم المستنقعات Pond scum.

الشكل والتركيب Shape and Structure

جسم الطحلب عبارة عن خيط طويل غير متفرع (شكل ٤-١٤)، يتركب من صف واحد من خلايا اسطوانية باستطالة ومتشابهة من حيث التركيب والوظيفة أي ليس هناك تقسيم عمل أو تخصص فسيولوجي بين الخلايا المكونة للطحلب. لذلك يوصف طحلب سبيروجيرا بأنه من الطحالب الخيطية البدائية. ويغلف كل جدار خلوي رقيق (يتكون من السليلوز والبكتين) من الخارج بطبقة هلامية لزجة ورقيقة تعطى الطحلب ملمسه اللزج، ووظيفتها تجمع الخيوط مع بعضها. ويبطن الجدار طبقة رقيقة من السيتوبلازم المحيطي حيث توجد بلاستيدة واحدة خضراء أو أكثر حسب النوع. والبلاستيدة كبيرة تمتد حلزونياً بامتداد طول الخلية وحواف البلاستيدة متموجة أو مفصصة ينغمس داخلها عدد من مراكز تجميع النشا Pyrinoids.



شكل (٤-١٤). خلية قاعدية لطحلب سبيروجيرا تبين أشباه الجذور (أ)، جزء من شريط الطحلب يبين التركيب الخلوي (ب)، صورة مجهرية لطحلب سبيروجيرا (ج).

وتتميز كل خلية بوجود فجوة عصارية Vacuole كبيرة تملأ الجزء المركــزي للخلية وتحتوي على عصير خلوي، وتتعلق النواة في وسط الخلية بالخيوط السيتوبلازمية الخارجة من السيتوبلازم المبطن لجدار الخلية، Cytoplasic strands وقد توجد النــواة منغمسة أحياناً في طبقة السيتوبلازم المحيطي المبطن لجدار الخلية. وفي بعض الأنــواع يثبت الطحلب نفسه في وسط النمو بأشباه جذور تنشأ من الخلية القاعدية.

التكاثــــر Reproduction

١ – التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

يستطيع طحلب سبيروجيرا كأغلبية الطحالب الخضراء الخيطيــة أن يتكــاثر خضرياً بواسطة التجزؤ أو التشيت، إذ أن الخيط الطحلبي يتجزأ (بفعل التيارات المائية أو باصطدامه بأجسام أخرى في الماء) إلى عدة أجزاء أو وحدات قصيرة تستطيع كــل واحدة من هذه الوحدات أن تنمو وتكون خلايا جديدة متجــاورة ليتكــون خــيط طحلبي يمارس نشاطه تماماً مثل الخيط الذي انفصل منه .

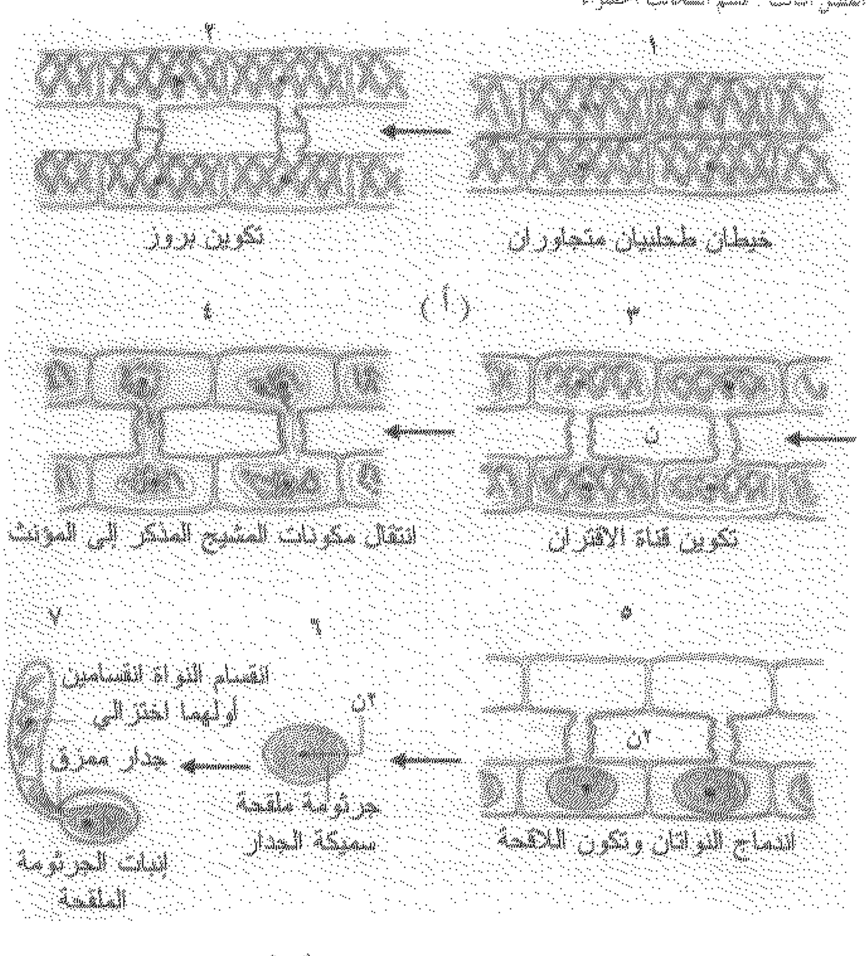
٢ – التكاثر الجنسي Sexual reproduction

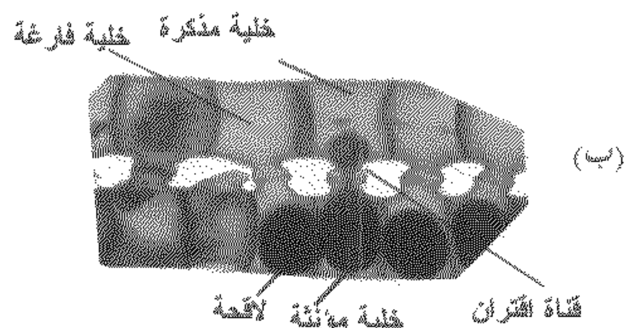
ويحدث بين مشيجين متشابهين Isogametes غير مهدبين ويحــدث بينــهما تزاوج عن طريق الاقتران Conjugation الذي يكون **إما سلمياً أو جانبياً**.

أ – التزاوج السلمي Sclariform conjugation :

ويحدث هذا التزاوج في الأنواع متباينة الثالوس وفيه يتم التزاوج بــين خليــتين خضريتين متقابلتين في خيطين من هذا الطحلب، ويمكن اعتبار أحد الخيطين ذكرياً والآخر أنثوياً أي متميزان فسيولوجياً ، ويتم التلقيح في خلية الخيط الأنثوي (شكل ٤-١٥).

يتم التزاوج بأن يتقارب الخيطان من بعضهما ويخرج من كل خلية نتوء ، وتلتقي نتوءات الخلايا المتقابلة وتلتحم مع بعضها ثم تذوب الجدر الفاصلة لتتكون قنوات تسمى قنوات الاقتران (التــزاوج) Conjugation canals، وبعــد ذلــك تنكمش المادة البروتوبلازمية (محتويات) كل خلية لتكون مشيجاً





شكل (٤-١٥). المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي (السُلَّمي) في طحلب سبيروجيرا (أ)، وصورة مجهرية للتكاثر السلمي (ب).

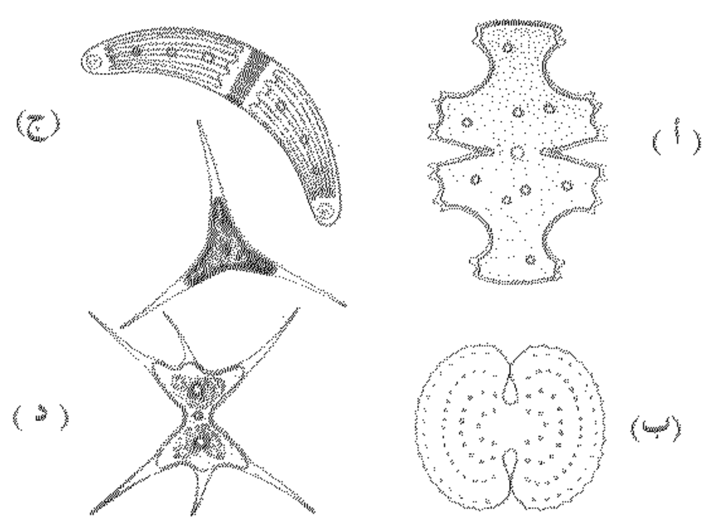
يمر المشيج المذكر من الخلية الذكرية إلى الخلية الأنثوية خلال قناة الاقتران حتى تلتقي مع مشيج (محتويات) الخلية الأنثوية، ويندمج المشيجان (محتويات الخليتين معاً) وبذلك تكون خلايا الخيط الذكرى خالية من كل محتوياتها، وتتكون اللاقحة Zygotes. وتفرز كل لاقحة حول نفسها جدار سميك يقاوم المؤثرات الخارجية ويسمى في هذه الحالة بالجرثومة الملقحة Zygospore. وعندما تتحلل جدر خلايا الطحلب الأصلية تنفصل الجرائيم الملقحة، وتكمن بعض الوقت ثم تعاود نشاطها. وعند الإنبات تنقسم نواة الجرثومة الملقحة انقسامين متتاليين أولهما اختزالي وتعطى أربعة أنوية تتحلل ثلاث أنوية منها وتبقى واحدة فقط لتنقسم ويتكون خيط جديد (شكل ٤-١٥).

ب - التزاوج الجانبي Lateral conjugation

ويحدث في الأنواع متماثلة الثالوس حيث يتم بين خليتين متجاورتين من نفس الخيط . وفيه تعمل أحد الخليتين كمشيج ذكرى والأخرى كمشيج أنثوي. ويتم التزاوج بنفس الطريقة السابقة.

٢ - جنس كوزماريم *Cosmarium* sp. و جنس كلوستريم *Closterium* sp.

وهى مجموعات من طحالب المياه العذبة الخضراء ذات أهمية غير عادية من ناحية جمال خلاياها وبلاستيداتها الخضراء. وهذه تكون عادة وحيدة الخلية ونادراً ما تكون على هيئة مستعمرات وتعرف **بالدزميدات desmids**. وتتميز معظم الدزميدات بتخصر وسطي يحدد وجود نصفين متقاربين وكثيراً ما تكون مزينة بأشواك أو بورزات غير حادة أو ثقوب. والعديد من الأنواع وحيدة الخلية قادرة على الحركة بصورة تذبذبية عشوائية. وترتبط الدزميدات بطحلب سبيروجيرا من ناحية طريقة تكاثرها وعدم وجود الأسواط. ومن أمثلتها ميكراوستيراس *Micrasterias*، وكوزماريا *Cosmarium*، كلوستريام *Closterium* ، وستوراسترم *Staurastrum* (شكل ٤-١٦)



شكل (٤-١٦). الديزميدات (أ) مايكراستيرياس، (ب) كوزماريا، (ج) كلوستريام، (د) ستوراسترم.

ثانياً طائفة الطحالب الكارية Class : Charophycophyceae

يطلق عليها حشيشة الحجر Stoneworts، وهي واسعة الانتشار في المياه العذبة، أو في المياه المالحة، وهي متباينة في الحجم (١-١٠٠ سنتيمتر). وهي طحالب قائمة، وتتكون من محور مركزي طويل ورفيع، أخضر اللون، يتكون من عقد وسلاميات، ومحور الطحلب متفرع، حيث ينشأ عند كل عقدة العديد من الأفرع الجانبية تكون في وضع صولجاني. تثبت هذه الطحالب نفسها في الوسط الذي تعيش فيه بواسطة أشباه جذور عديدة الخلايا. ويوجد في الخلايا العديد من البلاستيدات القرصية الشكل Discoid chloroplasts وخالية من مراكز تكوين النشا. لا تتكاثر أفراد هذه الطائفة تكاثر لاجنسي، أما التكاثر الجنسي فمن النوع البيضي. يوجد جدر من خلايا عقيمة تغلف أعضاء الجنس. أعضاء التذكير تكون أمشاج حلزونية ثنائية الأسواط. كما يوجد طور خيطي. وتضم هذه الطائفة رتبة كارالس Charales.

رتبة كارالس

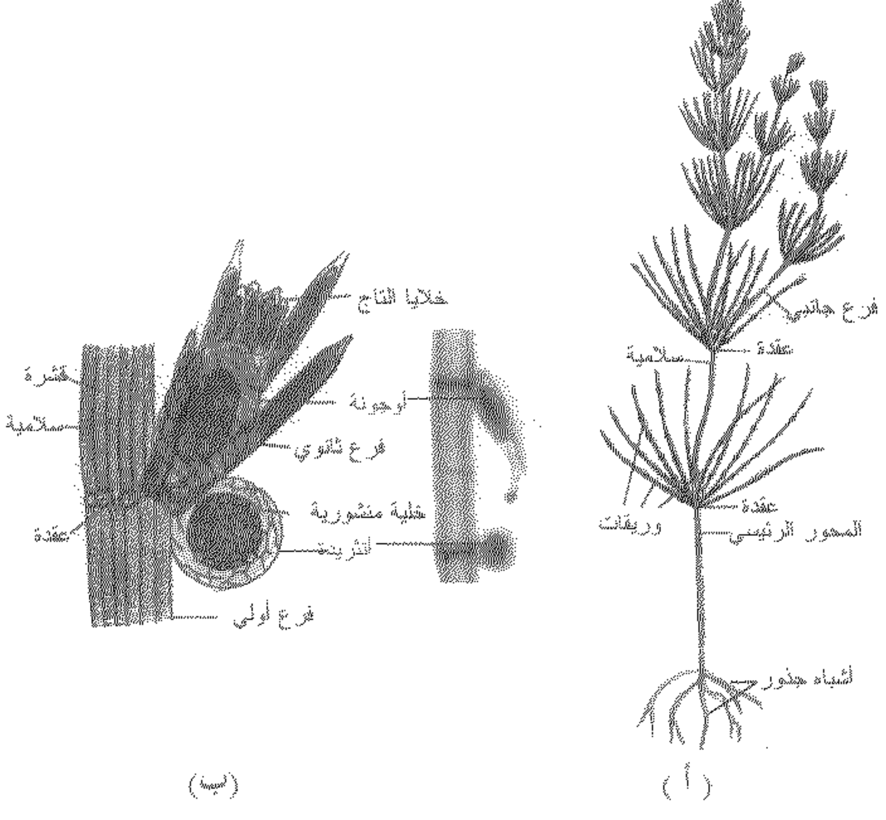
طحلب كارا *Chara* sp.

يعتبر من طحالب المياه العذبة التي تبين تعضياً تركيبياً يشبه سطحياً أجسام النباتات الراقية. إذ تحتوى على محور عديد الخلايا متصل بالقاعدة بمجموعة من أشباه الجذور المتفرعة Rhizoids ويحمل المحور على مسافات متتابعة تفرعات سوارية تشبه نظام العقدة والسلامية الموجودة في النباتات الأرضية (الزهرية) المتقدمة، تحمل كل عقدة مجموعة من الوريقات الصغيرة التي تلتف حولها بشكل سواري، وتتكون السلامية من خلية مركزية محاطة بعدد كبير من الخلايا الصغيرة المستطيلة. تتكون الحوافظ المشيجية (الجنسية) التي عند العقد وتوجد الأوجونة إلى الأعلى قليلا من الأنثريدة (شكل ٤-١٧).

يثبت الثالوس نفسه بواسطة أشباه جذور متفرعة عديدة الخلايا، وتحتوى خلايا الثالوس على بلاستيدات خضراء قرصية الشكل ليس لها مراكز لتكوين لنشا وهي منتشرة في السيتوبلازم الجداري. ويتميز السيتوبلازم الخلوي بالحركة الدورانية المستمرة وهذه خاصية مميزة للطحالب الكارية، ويعتقد أن سبب هذه الحركة السريعة هو غنى الخلية بألياف الميوزين Myosine والأكتين Actine التي تميز خلايا عضلات الحيوان.

كما توجد نواة واحدة مركزية بالخلية، والمحتويات البروتوبلازمية للخلايا كثيفة فيما عدا خلايا السلاميات الطويلة، الخلايا المسنة التي تحتوى على عددا كبيرا من النوويات، خلايا السلاميات ذات الأحجام الكبيرة تتوسطها فجوات كبيرة. تتميز الخلية أيضا بجدارها الصلب الذى يحتوى في جزئه الصلب بالدرجة الأولى على الياف سليلوزية.

ويتفق معظم علماء النبات على أن ليس لطحالب كارا ومجموعاتها أي ارتباط بنباتات اليابسة الحديثة. إلا أن الشكل الأساسي للنباتات الراقية قد يعود من حيث أصوله إلى سلف طحلبي أخضر يشبه من ناحية تعقيداته الشكلية ما يرى حاليا في جنس كارا.

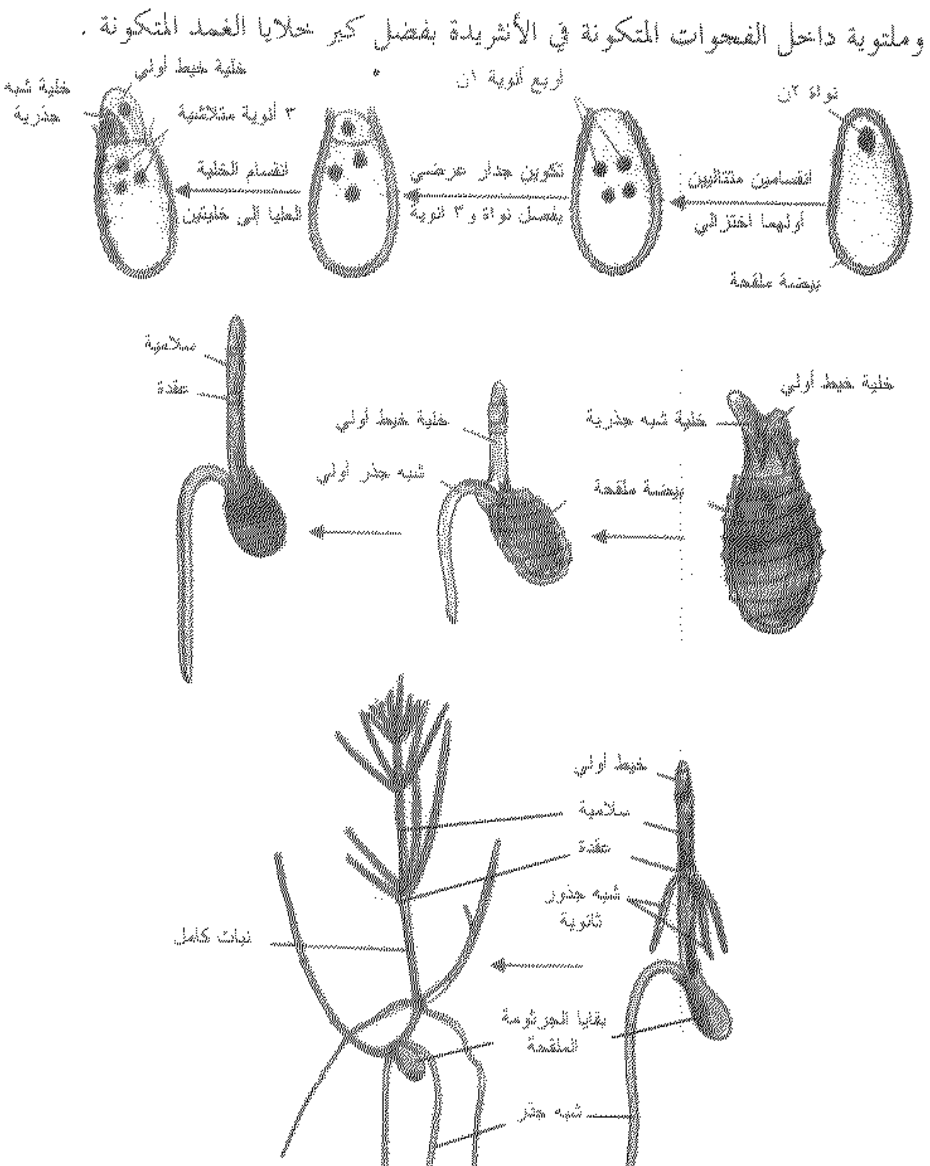


شكل (٤-١٧). الشكل العام لطحلب كارا (أ)، و الطحلب يحمل أعضاء التكاثر الجنسية (ب).

التكاثر الجنسي Sexual reproduction

الأمشاج تنتج في تراكيب خاصة معقدة هي الأنثريدات والأوجونات. يتكون سطح الأنثريدة من خلايا غمدية Shield cells حمراء برتقالية عند النضج وتتصل بالسطح الداخلي لكل من هذه الخلايا خلية منشورية تسمى اليد Manubrium وتحمل خلية أو أكثر من الخلايا متساوية الأضلاع تسمى الهامة الأولية Primary capitulem، والهامات الابتدائية كلها متاخمة للمركز وتؤدي إلى تكوين خلايا هامية ثانوية. ومن

الخلايا الهامية تنشأ الخيوط الأنثريدية (عديمة اللون) مركبة من سلاسل مـــن خلايـــا وملتوية داخل الفجوات المتكونة في الأنثريدة بفضل كبر خلايا الغمد المتكونة .



شكل (٤-١٨). دورة حياة طحلب كارا.

عند النضج تتحرر السابحات الذكرية بالانفصال الجزئي لخلايا الغمد المتاحة، والسابحات الذكرية ملتفة حلزونياً ولها هدبان طويلان متساويان في الطول.

الأوجونة تنشأ من العقدة القاعدية للأشريدة، وينقسم منشئ الأوجونة عرضياً معطياً ثلاث خلايا في صف واحد، تكبر أعلاها وهي التي تكون العنق أما الوسطى فإنها تعطي الخلية العقدية (العقدة node) التي تنقسم لتكون خلية مركزية واحدة وخمس خلايا محيطية، وتنمو هذه الخلايا المحيطية لتكون خلايا عقيمة مستطيلة لولبياً تسمى خلايا الأنبوب تحيط بالأوجونة وهي تنقسم لتعطي خمسة خلايا تسمى التاج Corona(شكل ٤-١٧) .

وعند النضج تنفصل خلايا الأنبوب عن بعضها تحت منطقة التاج، وهكذا تسمح بدخول السابحات الذكرية وتتكون اللاقحة بعد الإخصاب.

وعند إنبات اللاقحة تنقسم النواة مرتين أحدهما اختزالي ويتكون جدار عرضي يفصل نواة أحادية المجموعة الصبغية في الجزء الأعلى من اللاقحة وثلاثة أنوية في الجزء الأسفل الأكبر نسبياً في الحجم.

وتنقسم الخلية العليا لتكون خليتين، خلية خيط أولي وخلية شبه جذرية ثم تنقسم خلية الخيط الأولي بالطريقة المميزة لطحلب كارا معطية عقدا وسلاميات. تنشأ من العقد العليا أفرعاً جانبية وينشأ المحور الرئيسي كواحدة منها، ومن العقدة القاعدية تنشأ أشباه الجذور (شكل ٤-١٨).

الفصل الرابع

ثالثاً : قسم الطحالب اليوجلينية (السوطية) Division Euglenophyta

البيئة والتوزيع

اليوجلينا نباتات تعيش في المياه العذبة ولا يوجد في البحر سوى ٣% فقط من أنواعها. واليوجلينات الخضراء تكون ذاتية التغذية، أما الأنواع عديمة اللون (وهي النادرة) فتكون غير ذاتية التغذية وتعتمد من حيث تغذيتها على المواد الغذائية الموجودة في الوسط الذي تعيش فيه، ولذلك فالطحالب اليوجلينية تنتشر خاصة في مياه المجاري المنخفضة والبرك وفي المياه الأخرى الغنية بالمواد العضوية كما هو الحال في حقول الأرز ونادرا في المياه المالحة.

الصفات العامة General characteristics

- جميع أجناس مجموعة الطحالب اليوجلينية وحيدة الخلية إلا أن هناك بعض الأنواع البحرية القليلة وجنس واحد في المياه العذبة تنتج مستعمرات معنقة متفرعة مكونة من خلايا مستقلة.
- ومن بين ما يقرب من ٤٠٠ نوعاً تكون الغالبية خضراء وقادرة على البناء الضوئي (ذاتية التغذية)، لكن القليل عديم اللون (غير ذاتية التغذية تعتمد على المواد العضوية).
- واليوجلينات تحتوي على نواة واضحة، وهي تفتقر إلى جدر خلوية لكنها مزودة بطبقة صلبة أو قابلة للانثناء وتسمى البريبلاست Periplast (جزء بروتوبلازمي أكثر كثافة من السيتوبلازم ويُمكن البروتوبلازم من الانقباض والحركة بحرية) توجد حول الخلية.
- الخلايا متحركة لها أسواط وهذه الأسواط تتصل بالأطراف الأمامية عند قواعد انبعاجات داخلية. وفي اليوجلينا يوجد سوطان، أحدهما من النوع

السوطي وقصير للغاية ونادراً ما يمتد بعد مستوى فتحة الانبعاج الأمامي أمـــا الآخر فطويل ومتفرع. وعن طريق الحركة اللولبية للسوط الطويل تنســحب الخلية بسرعة خلال الماء.. وفي الأنواع الخضراء تكون الصبغات السائدة هــي كلوروفيل أ +ب والكاروتين والزانثوفيل كما هو الحال في الطحالب الخضراء.

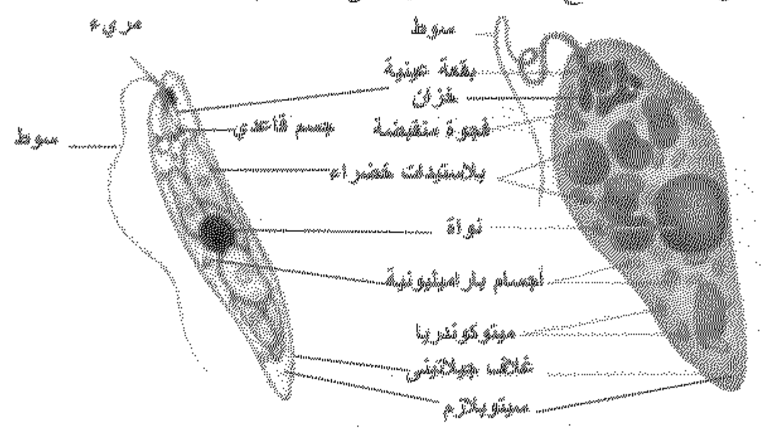
- تحتوي على بقع عينية مصطبغة Pigmented eye spot تقع قــرب قواعـــد الأسواط. واليوجلينات الخضر وعديمة اللون على السواء تخزن غذائها بصورة نشا حيواني يسمى باراميليوم paramylum .

طائفة الطحالب اليوجلينية Class : Euglenophycophyceae

رتبة : يوجلينالس

جنس يوجلينا *Euglina* sp.

اليوجلينا طحلب أخضر وحيد الخلية مغزلي الشكل يصل طوله ١/١٠ملـــم، يشاهد في البرك والمستنقعات كجسم بروتوبلازمي عاري ليس له جدار خلوي ولذلك كثيراً ما يتغير شكله، ويوجد في الأمام فتحة قمعية الشكل وطويلة (تسمى بـــالمريء Gullet) تؤدى إلى خزان كروي يحتوى على حبيبتين قاعديتين ينشأ منهما ســـوطين أحدهما قصير جداً (يوجد داخل المرئ كما يعتقد أنه فرع داخلي للسوط الطويـــل) والآخر طويل متحرك يسبح بة الطحلب (شكل ٤-١٩).



شكل (٤-١٩). التركيب الخلوي لطحلب اليوجلينا.

يحتوى البروتوبلازم على نواة واحدة، وبقعة عينية حمراء توجه الطحلب ناحية الضوء، وعدد من البلاستيدات، والميتوكوندريا، وحبيبات نشا حيواني (باراميليومية). وقد يحيط بالخلية (دون التصاق) غلاف جيلاتيني (يسمى Pellicle) مزركش به فتحة أمامية تخرج منها الأسواط ويسمى لوريكا Lorica. والغلاف يبدأ عديم اللون ثم يتحول إلى اللون الداكن لتشبعه بمركبات الحديد (شكل ٤-١٩).

التكاثر Reproduction

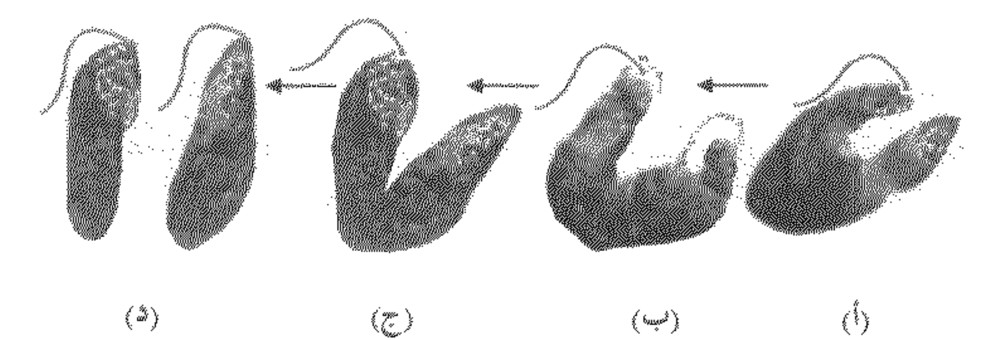
١ - التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

أ -الانقسام الطولي Longitudinal division

يحدث التكاثر اللاجنسي بانقسام بروتوبلازم الخلايا انقساما غير مباشر طولياً Longitudinal division (شكل ٤-٢٠). ويبدأ الانقسام من الطرف الأمامي وتدريجيا إلى الخلف ويتبع ذلك انقسام نصفي لكافة المحتويات بما في ذلك النواة (التي تنقسم انقساما ثنائيا بسيطا) إلى أن يتم في النهاية انشطار الطحلب إلى جزئين (طحلبين) يحتوى أحدهما على السوط الطويل والآخر على السوط الصغير. ينمو الطحلبان ويتكون سوط طويل للفرد الذي لم يأخذ سوطاً طويلاً من الخلية الأم. وعند وجود الغلاف الجيلاتيني Pellicle يحدث الانقسام داخل الغلاف وتحتفظ إحدى الخليتين بالغلاف بينما تتحرر الثانية منه وتكون غلافاً جديداً لها.

ب - تكوين الحويصلات Cyst formation

في الظروف غير الملائمة (كالشتاء إلى أن يبدأ الدفء) تستقر اليوجلينا وتتكور وتفقد الأسواط وتتغلف بغلاف هلامي سميك ثم تتحول إلى خلايا كامنة ساكنة مغلظة الجدران.وعند تحسن الظروف تنقسم المحتويات الداخلية إلى عدة وحدات (٢، ٤، أو ٨) متشابهة ومع تحرر الوحدات تنمو مكونة يوجلينات جديدة.



(أ) (ب) (ج) (د)

شكل (٤-٢٠) خطوات التكاثر اللاجنسي بالانشطار الطولي في طحلب اليوجلينا.

٢ – التكاثر الجنسي Sexual reproduction

غير معروف بالتحديد في هذا الطحلب وان وجد في بعض الأنواع يتم باندماج اثنين من الأمشاج المتشابهة لتكوين اللاقحة.

علاقته بالكائنات الأخرى

يعتبر علماء النبات الطحالب اليوجلينية الخضراء ضمن النباتات نظراً لاحتوائها على كلوروفيل وقدرتها على البناء الضوئي. كما أن هناك من العلماء من يعتقد بأن الطحالب اليوجلينية عديمة اللون هي أيضاً نباتات نظراً لأن هذه الأنواع يمكن اشتقاقها تجريبياً من الأنواع الخضراء.

أما علماء الحيوان فيعتبروا الطحالب اليوجلينية مجموعة بدائية داخل شعبة البدائيات Protozoa وهي شعبة من حيوانات وحيدة الخلية. هناك تفسير ثالث وسطي للطحالب اليوجلينية وذلك باعتبارها مجموعة تتكون من كائنات بعضها يبين خصائص نباتية في حين تكون الأخرى شبيهة بالحيوانات. وبغض النظر عن هذا التفسير أو ذاك فإن جميع الطحالب اليوجلينية تشترك في ثلاثة مميزات تربط أنواع هذا القسم ببعضها هي: إنتاج الباراميليوم Paramylum، والانقسام الخلوي الطولي Longitudinal cell division، والتعضي المميز Characteristic organization للجزء الأمامي للخلية.

الفصل الخامس

رابعا : **قسم الطحالب الذهبية**

Division : Chrysophyta

يفوق هذا القسم من حيث عدد أنواعه أية مجموعة أخرى من الطحالب. والطحالب تكون وحيدة الخلية وحيدة النواة بصورة رئيسية أو متعددة الأنوية، كما أنها تضم نسبة من الأنواع الخيطية وبشكل مستعمرات.

ومن الصفات الخاصة المشتركة لمعظم المجموعة هي:-

- **الجدر الخلوية السيليكية** Siliceous cell walls وتوجد مركبة من قطعتين متراكبتين
- **الأغذية المدخرة** على هيئة زيوت وعلى هيئة ليوكوسين Leucosine (وهو مادة كبروهيدراتية توجد ذائبة أو كقطع بيضاء في السيتوبلازم.
- **الصبغات المساعدة** في عملية البناء الضوئي وتشمل كلوروفيل أ + جـ، وكاروتين وزانثزفيل. وتطغى صبغات الكاروتين على صبغ الكلوروفيل، لذلك تتراوح ألوان الطحالب بين أخضر مصفر إلى ذهبي إلى بني ذهبي.
- **الأسواط** في حالة وجودها تكون غالباً اثنين مختلفين أحدهما ريشي Pinnate والآخر كرباجي Whiplash. وهناك عدة أجناس تستطيع أن تنتج أطواراً حوصلية cyst stages كامنة سيليكية.

يضم هذا القسم ثلاثة طوائف هي الطحالب الصفراء الذهبية Class:Crysophaceae، **والطحالب الصفراوية (الخضراء الذهبية)** Class:Xanthphyceae **والطحالب الدياتومية** Class:Chrysophyceae (Bacillarophyceae).

أولا : طائفة الطحالب الصفراء الذهبية Class : Chrysophyceae

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

تنتشر معظمها في المياه العذبة ويبلغ عدد الأجناس التابعة لهـــا حـــوالي ٢٠٠ جنس تشمل على حوالي ١٠٠٠ نوع.

الخصائص العامة General Characteristics

- معظم أفرادها وحيدة الخلية، متحركة بسوط أو سوطين أماميين. وبعضـــهما قد يتجمع في شكل مستعمرات بدائية (مثـــل جـــنس ســـينورا*Synura* sp، وجنس ثالوكريسيس *Thallochrysis* sp.).
- **لون البلاستيدات الغالب هو البني أو الأصفر الذهبي، وذلك لوجود صبغة فيكوكريسين** phycochrysin (ولأن صبغ الكاروتين β-carotene الأصفر، والصبغ الزانثوفيلي فيكوزانثين Fucoxanthin البني ســـائدان علـــى بقيـــة الأصباغ) وعادة لا تحتوى على بيرينويدات.
- بعض أجناسها ذاتية التغذية (تقوم بالبناء الضوئي و تحتوى على بلاستيدة أو اثنين)، والبعض الآخر تفقد أصباغ البناء الضوئي وتتحول إلى غـــير ذاتيـــة التغذية عند توفر محلول سكري في وسط بيئة النمو. الغذاء المخزن يكون على هيئة ليكوسين وزيوت.

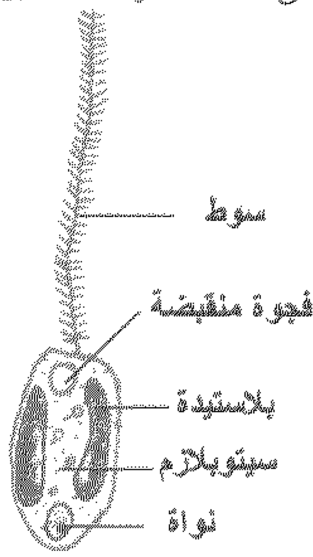
التكاثـــــر Reproduction

تتكاثر معظم الطحالب الذهبية تكاثر لا جنسي، أما التكاثر الجنسي فهو نـــادر. ومن أمثلتها طحلب كروميولينا.

طحلب كروميولينا *Chromulina* sp

يعيش طحلب كروميولينا في المياه العذبة. وهو يتكون من خلية واحدة كروية إلى بيضاوية الشكل ونادر ما يوجد مركز تجميع للنشا (بيرينويد) في البلاستيدة. تتحرك الخليـــة

بواسطة سوط واحد أمامي. تحتوى الخلية على فراغ منقبض أو أكثر عند قاعدة السوط. وتحتوى إحدى البلاستيدات على بقعة عينية لتوجيه الخلية إلى الضوء (شكل ٤-٢١).



شكل (٤-٢١). شكل وتركيب طحلب كروموليما.

التكاثر Reproduction

١ - التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

أ- بواسطة الانقسام الطولي Longitudinal division: حيث تنقسم الخلية انقساماً طولياً (ميتوزياً) إلى خليتين.

ب - بتكوين جراثيم ساكنة Statospores، تتكون بانكماش بروتوبلازم الخلية إلى وسط الخلية . يفرز البروتوبلازم الداخلي (المتكمش) جدار ذو مصراعين متساويين أو غير متساويين. وعند إنبات الجرثومة ينقسم البروتوبلاست إلى ٢ أو ٤ بروتوبلاست، ثم يتحرر كأجسام أميبية عادية أو كجراثيم ذات أسواط.

٢ - التكاثر الجنسي Sexual reproduction

لم يتم التعرف على نمط تكاثر جنسي لهذا الطحلب.

ثانيا : طائفة الطحالب الصفراء Class : Xanthophyceae

الصفات العامة General Characteristics

تعيش هذه الطحالب وتسود في المياه العذبة وعلى التربة الرطبة وبعضها يعيش في البحار. بعضها وحيد الخلية متحرك بأسواط (سوطين أماميين غـير متسـاويين في الطول) والبعض الآخر عديد الخلايا على هيئة خيوط، والبعض الآخر على هيئة أنابيب عديدة الأنوية وغير مقسمة إلى خلايا مكونة مدمج خلوي. تحتوى خلاياهـا علـى بلاستيدات عدسية أو قرصية الشكل، تحتوى على صبغات كلوروفيل أ ، ج والكاروتين والزانثوفيل. وهى ذات لون أصفر يميل إلى الاخضرار لارتفاع نسبة صبغ الكـاروتين بها. الغذاء المخزن بها عبارة عن لامينارين (سكر ناتج من عملية البنـاء الضـوئي)، بالإضافة إلى الزيوت. يتكون الجدار الخلوي من ألياف السليلوز والبكتين مع قليل من السيليكا أحياناً، والجدار في بعض الأنواع يكون على هيئة مصاريع متراكبة. تتكاثر لا جنسي والتكاثر الجنسي نادر الحدوث وإن وجد يكون متماثل (عن طريـق أمشـاج مذكرة متحركة وأمشاج مؤنثة ساكنة) ومن أمثلتها طحلب فوشيريا.

رتبة فوشيريالس Vaucheriales

جنس فوشيريا *Vaucheria* sp.

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

يغلب وجود الفوشيريا في المناطق المعتدلة في المياه العذبة الراكدة والتربة الرطبة والقليل يوجد بالمياه المالحة.

الشكل والتركيب Shape and Structure

يتكون الطحلب من خيوط (خلية أنبوبية واحدة) خضراء مصفرة كثيرة التفـرع غير مقسمة، عديدة الأنوية Coenocyte (شكل ٤-٢٢). الجدار الخلوي يتكـون مـن طبقتين، الخارجية منها بكتينية والداخلية سليلوزية. تظهر الجدر العرضية في الطحلب عند تكوين أعضاء التكاثر، أو في حالات الإصابات الميكانيكية (الجروح) أو المرضية لفصـل الجزء المصاب عن باقي الطحلب. الأنواع الأرضية لها أشباه جذور قاعدية عديمة اللون.

السيتوبلازم يكون طبقة رقيقة تبطن جدار الخلية، ويحتل مركز الخلية فجوه عصارية كبيرة. الأنوية العديدة توجد في الجهة الداخلية من السيتوبلازم، كما يحتوى السيتوبلازم في جهته الخارجية ناحية جدار الخلية على بلاستيدة خضراء قرصـية أو بيضية خالية من مراكز تكوين النشا. الغذاء المدخر يكون زيوت فقط.

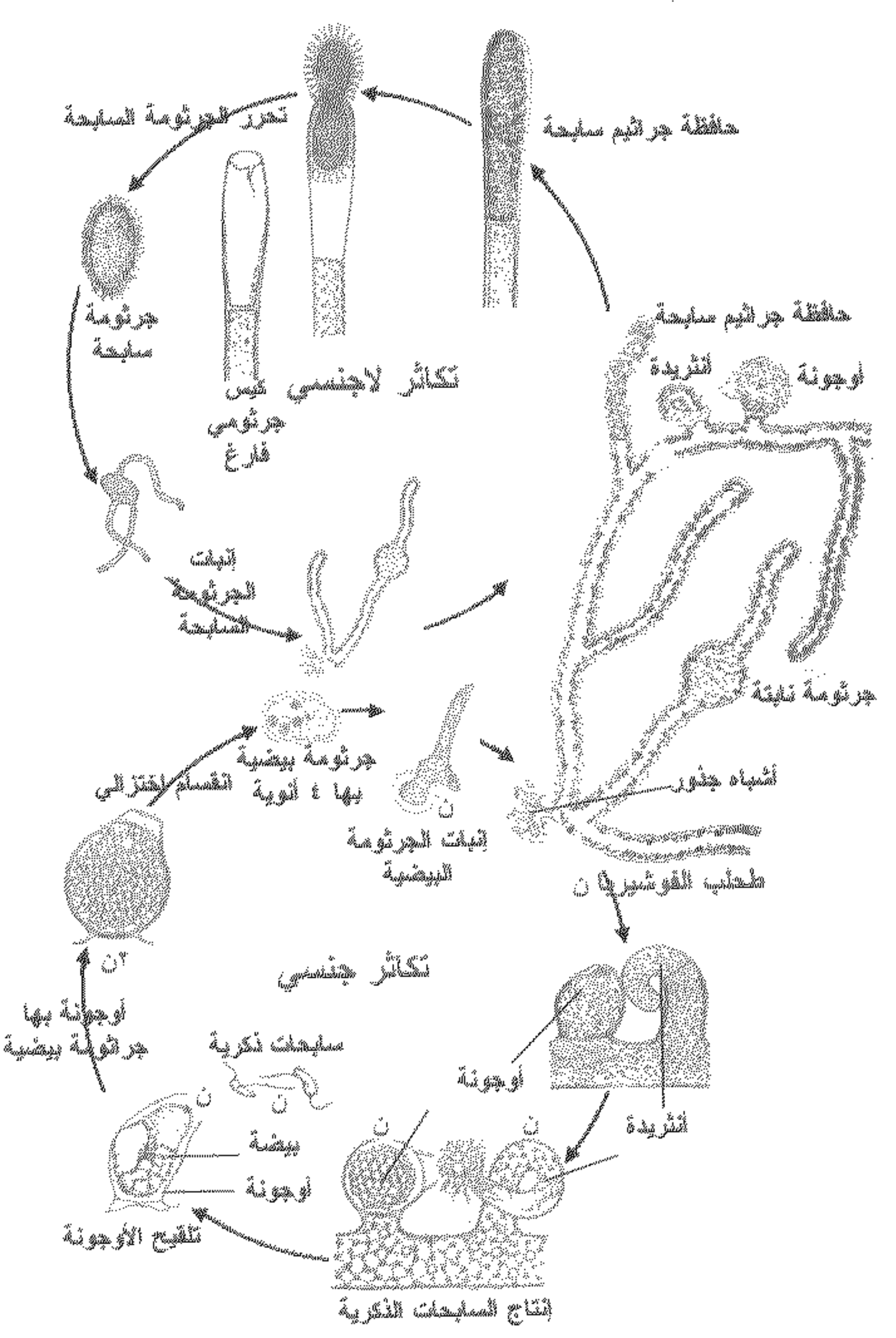
التكاثـــر Reproduction

١ - التكاثر الخضري Vegetative reproduction

وفيه يتجزأ الخيط إلى عدة أجزاء صغيرة. ينمو كل جزء مكوناً طحلب جديد.

٢ - التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction ويتم بطريقتين:

(أ) الجراثيم السابحة Zoospores : ويحدث ذلك في الأنواع المائية (شـكل ٤-٢٢)، يحدث انتفاخ صولجاني في نهاية بعض أطراف أفرع الخيط الطحلبي، يتجمع في الجزء المنتفخ كثير من الأنوية والبلاستيدات، والسيتوبلازم، ويتكون حاجز عرض في نهاية كل طرف (فرع) يفصل كيس جرثومي (حافظة جرثومية) طرفي عن باقي الخيط. ينعكس وضع الأنوية والبلاستيدات فتصبح الأنوية للخارج والبلاستيدات للداخل في الحافظة الجرثومية كما تختفي الفجوة العصـارية المركزيـة. ينقبض البروتوبلاست ويتكور وينفصل عند جدار الكيس الجرثومي (الحافة الجرثوميـة). يتكون على البروتوبلاست أسواط عديدة، بحيث يتكون سوطان أمام كـل نـواة ويصبح البروتوبلاست جرثومة واحدة مركبـة Compound zoospore عديـدة الأسواط، وعديدة الأنوية. تخرج الجرثومة السابحة المركبة عن طريق فتحة طرفيـة للكيس (الحافظة) الجرثومي). تسبح الجرثومة في الماء لفترة ا، ثم تسحب أسواطها وتكون جدار رقيق. بعد فترة تنبت الجرثومة لتكون أنبوبة إنبات أو أكثر مكونـة طحلب جديد (حيث تتبادل الأنوية والبلاستيدات مواضعها).



شكل (٤-٢٢): شكل وتركيب طحلب الفوشيريا، وخطوات التكاثر اللاجنسي والجنسي.

(ب) **الجراثيم الساكنة Aplanospores** : يحدث ذلك في حالة الأنواع التي تعيش في التربة الرطبة. حيث تتكون حواجز عرضية تفصل أجزاء من الخيط الطحلبي إلى خلايا تحتوى على سيتوبلازم كثيف وأنوية وبلاستيدات، وتغلف الخلايا (الجدر الفاصلة) بجدار سميك. وبذلك يتكون سلسلة من الجراثيم الساكنة تتحمل الظروف البيئية الغير مناسبة. تنبت الجراثيم الساكنة عند تحسن الظروف وتعطى طحلب جديد.

٣ – التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يتم التكاثر الجنسي بتكوين أعضاء تذكير (أنثريدات)، وأعضاء تأنيث (أوجونات)، غالباً على نفس الثالوس ومتجاورين على نفس الفرع (شكل ٤-٢٢).

عضو التذكير (الأنثريدة) يأخذ الشكل الخطافي (أنبوبة اسطوانية ملتوية الطرف)، منفصل عن بقية الخيط بجدار مستعرض، ويوجد بطرف الأنثريدة ثقب تخرج منه السابحات (الأمشاج) الذكرية الكمثرية الشكل وحيدة النواة وثنائية الأسواط الجانبية الغير متساوية.

عضو التأنيث الأوجونة يتكون كانتفاخ (بروز كروي الشكل) على الفرع، تحتوى على العديد من الأنوية التي تتحلل جميعاً قبل تكوين الجدار الفاصل (الجدار المستعرض) عدا نواة واحدة هي نواة البيضة.

تسبح الأمشاج المذكرة نحو الأوجونة فتدخلها خلال ثقب طرفي بها. تلقح سابحة ذكرية واحدة البيضة وتتكون اللاقحة Zygote، التي تحيط نفسها بجدار سميك متحولة إلى جرثومة بيضية Oospore ساكنة لفترة. تنبت الجرثومة البيضية بعد فترة السكون ، فتنقسم نواتها انقساماً اختزالياً ثم غير مباشر وتنمو وتكون طحلب جديد.

ثالثاً : طائفة الطحالب العصوية (الدياتومات) Class : Bacillarophyceae

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

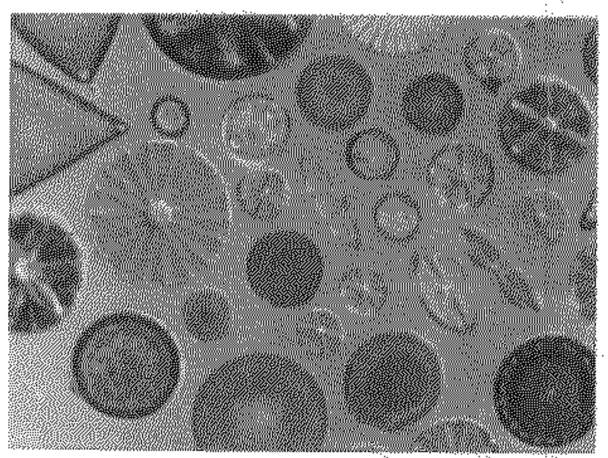
تعرف أفراد هذه الطائفة بالدياتومات Diatoms وهي توجد غالباً في المياه العذبة والمالحة والتربة الرطبة. وتعيش إما طافية أو معلقة بغيرها من الطحالب والنباتات المائية، وتعد طعاماً سائغاً للأسماك الصغيرة، وتعتبر الدياتومات من أقدم النباتات المعروفة. وتكون رواسب بالتربة نتيجة ترسيب جدرها الصلبة بعد موتها. وينتج عن تراكمها تكوين التربة الدياتومية. وتعتبر بنيولاريا *Pinnularia* sp أحد الأجناس العديدة التي تعيش في المياه العذبة وخاصة في شمال أمريكا.

الشكل والتركيب Shape and Structure

معظم هذه الطحالب وحيدة الخلية، وبعضها يتجمع على هيئة مستعمرات ذات أشكال مجهرية عديدة، توجد الطحالب الدياتومية في شكلين أساسيين هما الطراز الدائري Centric type والذي فيه تكون الخلية ذات تماثل قطري Radially symmetrical وتكون دائرية Circular أو مثلثة Triangular في المنظر السطحي. والطراز الريشي (المستطيل) Pennate type والذي فيه تكون الخلية ذات تماثل جانبي Bilaterally symmetrical وتكون مستطيلة Elongated.

تحتوي الخلية على بلاستيدة خضراء مفردة أو اثنين، **وتتميز الخلية الطحلبية بسيادة وغزارة صبغ الفيكوزانثين البني Fucoxanthin والذي يكسب البلاستيدة والخلية اللون البني الذهبي، هذا بالإضافة إلى صبغ الكاروتين الأصفر، والكلوروفيل أ** ، جـ. المواد المدخرة في هذه المجموعة تكون في صورة زيوت وسكر متعدد (كريزولامينارين Chrysolaminarina) والناتج من عملية البناء الضوئي.

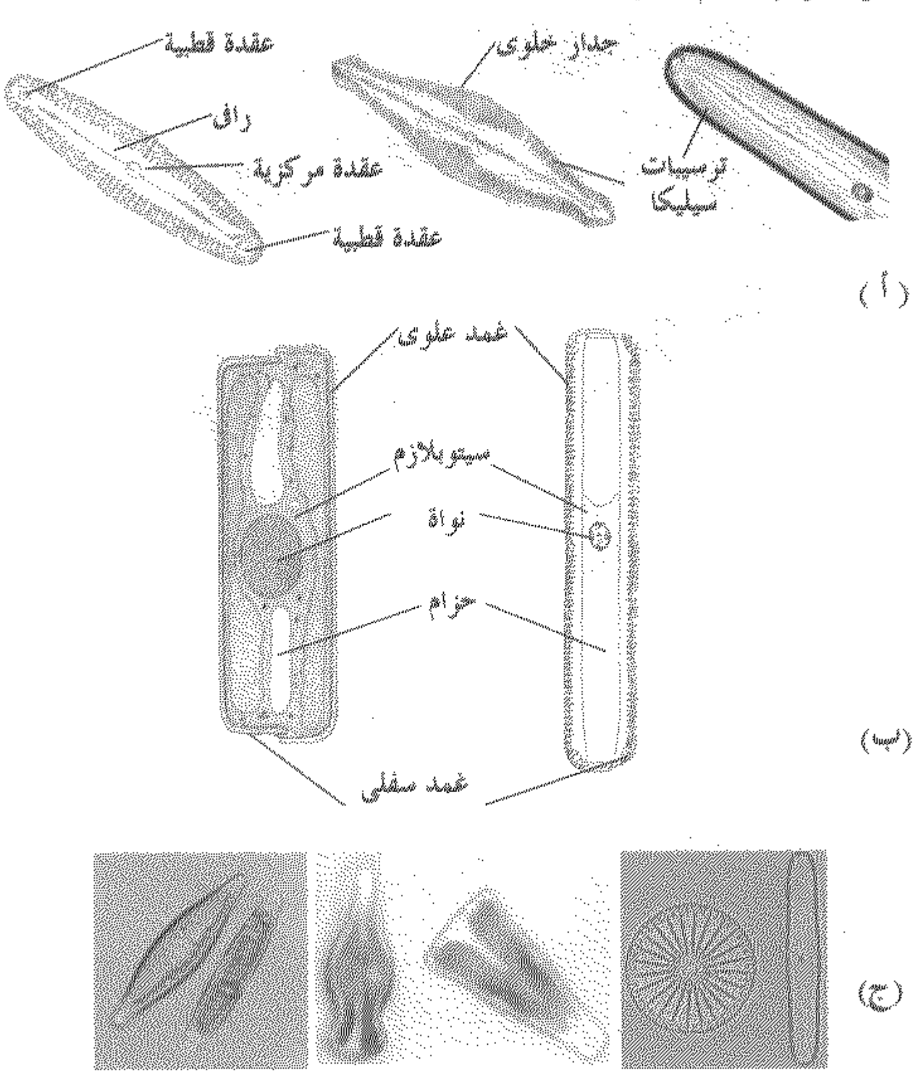
تتركب جدرها الخلوية من مواد السيليكا والبكتين، وتمتد على الجدار الخلوي خطوط دقيقة عرضية عديدة تكون في مجموعها أشكالاً منتظمة تزخرفه، وتختلف نوع الزخرفة في الدياتومات المختلفة، مما يجعلها من أبرز وأجمل المرئيات المجهرية (شكل٤-٢٣).



شكل (٤-٢٣) أشكال وأنواع مختلفة من الدياتومات.

تتميز الدياتومات عن غيرها من الطحالب من حيث انتظام جدرها الخلوية وتركيبها من مواد سيليكية (نفس المادة المكونة للزجاج)، إذ يتكون جدار الخلية من صمامين Valves علوي وسفلي، يتراكب الخارجي منها على الداخلي بحيث يعلو أحدهما الآخر (كما يعلو الصندوق غطاؤه). ويسمى الصمام الذي يمثل الغطاء بالغمد العلوي (الفوقي) Epitheca والصمام الذي يمثل الصندوق بالغمد التحتي (السفلي) Hypotheca. أما المكان الذي يلتقي فيها الصمامان فيسمى الحزام Girdle. ويختلف شكل الصمام في الدياتومات فقد يكون مستطيلاً أو دائرياً أو بيضياً أو شريطياً أو مثلثاً، أو عديد الأضلاع، ويمكن عن طريق الفحص المجهري رؤية الخلية الدياتومية في منظرين، منظر جانبي Side or Girdle view، ومنظر أمامي Top or Valve view (شكل ٤-٢٤).

وتتميز الدياتومات المستطيلة إذا فحصت من الوجه الصمامي بوجود شق يطول الصمام يعرف بالرافي Raphe يمتد وسط الصمام من نتوء يعرف بالعقدة الوسطية Central nodule إلى نتوئين طرفيين يعرفان بالعقدتين القطبيتين Polar nodule وجميعها على الصمام الفوقي (العلوي). وتستقر النواة في غالبية الدياتومات وسط الخلية معلقة ومتصلة بالسيتوبلازم المحيطي المجاور لجدار الخلية بقنطرة سيتوبلازمية (شكل ٤-٢٤).



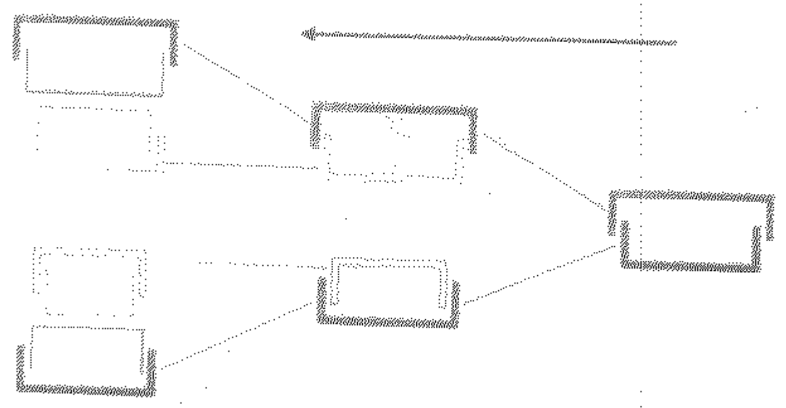
شكل (٤-٢٤). تركيب الدياتومات (أ) منظر أمامي (صمامي) لخلية مستطيلة، (ب) منظر جانبي (حزامي) لخلية مستطيلة، (ج) بعض أشكال المنظر الصمامي والمنظر الحزامي.

التكاثر Reproduction

١- التكاثر اللاجنسي Asexul reproduction

تتكاثر الدياتومات لا جنسيا بالانشقاق (شكل ٤-٢٥)، إذ تنقسم الخلية طولياً في مستوى الغمدان العلوي والسفلي إلى خليتين، حيث يمتد البروتوبلازم وتكبر

الخلية الدياتومية في الحجم ثم ينفصل الغمدان عن بعضهما البعض. ثم يتقسم البروتوبلازم إلى جزئين وتنقسم النواة إلى نواتين. يأخذ كل صمام منفصل جزءاً من البروتوبلازم وأحد الأنوية المتكونة. يغطى الجانب الآخر من كل خلية بنوية جديدة بغشاء بلازمي، ثم تكون كل خلية غمد جديد (تحتي) ينتظم داخل الغمد القديم (الأصلي) سواء أكان الأخير غمداً فوقياً أو تحتياً في الخلية الأصلية. وبذلك تتكون خليتان أحدهما تحتوى على الغمد الفوقي الأصلي)، والأخرى تحتوى على الغمد التحتي الأصلى والذي تحول إلى غمد فوقى. مع تتابع الانقسامات يحدث نقصان مستمر في الحجم، ولهذا يمكن العثور على تباين كبير في الحجم بين أفراد مجتمعات النوع الواحد. ويتوقف النقصان المستمر في الحجم، وتستطيع الخلايا استعادة حجمها الأصلي عن طريق الانتقال إلى التكاثر الجنسي بتكوين جراثيم نامية.



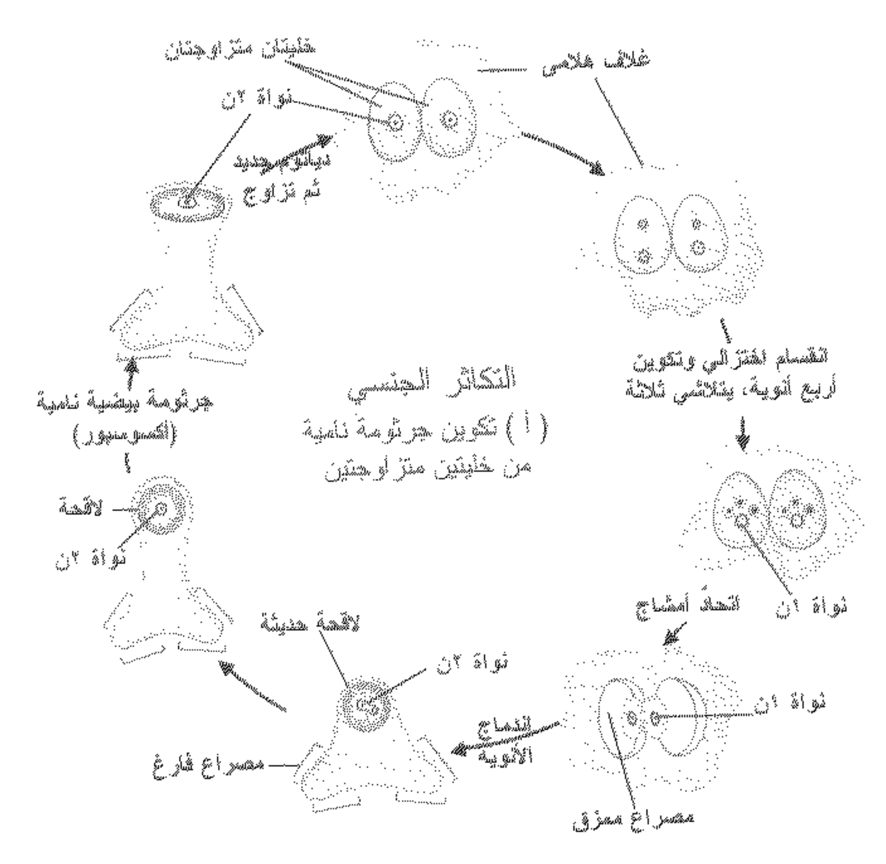
شكل (٤–٢٥) رسم تخطيطي للتكاثر اللاجنسي (الانقسام الخلوي) في الدياتومات

٢ – التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يحدث هذا التكاثر بتكوين جراثيم نامية auxospores والخلية الدياتومية ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) وعند انقسامها لتكوين أمشاج تنقسم انقسامين أولهما انقسام اختزالي لتكوين أربعة أنوية وتعتبر هذه الصفة من الصفات المتقدمة في الطحالب

وتتكون الجراثيم النامية كالتالى:

تكوين جرثومة نامية من خليتين متزاوجتين: تتقارب خليتان متزاوجتان مع بعضهما ويحيط بهما غلاف هلامي، ثم تنقسم النواة في كل خلية انقساماً اختزالياً فتتكون ٤ أنوية أحادية المجموعة الصبغية. حيث تتلاشى ثلاثة أنوية في كل خلية، وتتحول النواة الأخيرة إلى مشيج ثم تتحرر الأمشاج من الخلايا، ويحدث التزاوج بين مشيجين من خليتين دياتوميتين مختلفتين وتتكون اللاقحة، التي تستطيل وتكون جرثومة نامية، التي تكون صمامين وتتميز إلى دياتوم جديد (شكل ٤-٢٦).



شكل (٤-٢٦). التكاثر الجنسي في الدياتومات بتكوين جرثومة نامية من خليتين متزاوجتين.

الفصل السادس

قسم الطحالب البنية

Division : Phaeophyta (Brown Algae)

البيئة والتوزيع Habitat and Distribution

الطحالب البنية طحالب بحرية بصورة رئيسية، وتشمل أكثر الطحالب تعقيداً على الإطلاق من الناحية الحضرية. والمعروف منها يصل إلى ٢٦٥ جنساً وأكثر من ١٥٠٠ نوعاً وجميعها عديدة الخلايا. ينمو أغلبها (باستثناء ثلاث أجناس فقط) في مياه المحيطات الباردة (المحيطات القطبية، وسواحل الأطلسي والمحيط الهادي). وهناك أنواع قليلة تعيش في مياه المحيطات الدافئة بالمناطق الاستوائية.

تنمو الطحالب البنية الخيطية متصلة بالصخور أو كنباتات متعلقة Epiphytes على النباتات الصخرية الأخرى (مثل طحلب إكتوكاربس *Ectocarpus* sp.) أما الأنواع كبيرة الحجم منها فتنمو في أغلب الأحيان على الصخور أو السلاسل الصخرية في المياه الضحلة نوعاً ما وبعض الأنواع تنمو مثبتة على الصخور في منطقة المد والجزر (تكون مغمورة أو طافية أثناء المد ثم تصبح معرضة للهواء أثناء الجزر). مثل هذه المجموعة تمثل الأعشاب البحرية Kelps والأعشاب الصخرية Rock weeds، وهي عبارة عن الأعشاب البحرية Sea weeds لسواحل المحيطات. ومن بين الأعشاب البحرية الكبيرة طحلب نيروسيستس *Nereocystis* sp. وطحلب فيوكس *Fucus* sp. وطحلب ماكروسيستس *Macrocystis* sp. وهذه الأجناس تعيش متصلة بقاع المحيط على أعماق تتراوح ما بين ١٥ – ٢٠ متر. وهي تطفو بأنصالها على سطح الماء عن طريق أعناقها الطويلة الساقية الشكل، ومثاناتها الهوائية Air bladder.

وهناك أنواع تبقى غير متصلة وتطفو على سطح الماء أو قرب السطح وتكون كتلاً طحلبية بمساحات شاسعة مثل طحلب سارجاسم *Saragassum* sp. (بحور

اسطواني يشبه الساق ويتفرع إلى عدة أفرع تخرج منه زوائد تشبه الأوراق). ويحتل السارجاسم مساحة من المحيط الأطلسي حوالي مليون كيلومتر مربع. بينما تشكل أنواع طحلب لاميناريا *Laminaris* sp. تجمعات نباتية كبيرة مغمورة بالماء (على هيئة نصل مثبت بماسك على الصخور.

الخصائص العامة **General characteristics**

- الطحالب البنية (نباتات ثالوسية) بحرية بصورة رئيسية، تنتمي إلى رتب كثيرة وهي متعددة الخلايا، منها ما هو على شكل خيوط ومنها ما هو متفرع وهي عبارة عن تراكيب خلوية ونسيجية مختلفة.
- تحتوي كل خلية من خلايا الثالوس على نواه وبلاستيدات خضراء التي تحتوي على أصباغ الكلوروفيل (أ، جـ) والكاروتين (بيتا كاروتين) والزانثوفيل. والتي أكثرها ظهوراً ووفرة هو الصبغ البني فيوكوزانثين Fucoxanthin والذي يفوق كمية الكلوروفيل والكاروتين. وتضفي هذه الأصباغ على معظم الأنواع لوناً بنياً داكناً أو بنياً مائلاً للخضرة (فاتح).
- المواد الغذائية المدخرة هي نوع من المواد الكربوهيدراتية العديدة تسمى كريزولامينارين Chrysolaminarin وهي سكر قابل للذوبان في السيتوبلازم، هذا بالإضافة إلى سكر المانيتول Mannitol الذي قد يساعد في ضبط الضغط الأسموزي للطحلب.
- تتكون الجدر الخلوية من السليلوز وفي أغلب الأحيان تكون مقواة بترسبات من مادة جيلاتينية متيبسة تعطي الطحلب الملمس الجلدي الرطب والألجينات عبارة عن كربوهيدرات غروية يتكون من وحدات من حامض المانورونيك mannuronic acid تساعد الطحلب على الاحتفاظ بكمية من المياه لفترة وفيرة.
- تكون الخلايا التكاثرية المتحركة كمثرية الشكل مزودة بسوطين جانبيين أحدهما طويل ومتجه للأمام والآخر قصير أملس متجه إلى الخلف.

- تعتبر الطحالب البنية من أرقى الطحالب وأكثرها تعقيداً من حيث تركيبها الخارجي والداخلي. ومن أعقد الرتب رتبة الفيوكالات التي تضم من بينها طحلب الفيوكاس *Fucus* sp.

الخصائص التكاثرية Reproductive characteristics

تتكاثر الطحالب البنية بعدة طرق:

١- التكاثر الخضري Vegetative reproduction

ويتم ذلك عن طريق تفتيت (تقطيع) جسم الطحلب إلى عدة أجزاء، ينمو كل جزء ويعطي طحلب جديد.

٢- التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

ويتم ذلك بإنتاج جراثيم ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) متحركة كمثرية الشكل، تتكون داخل حوافظ جرثومية Sporangia محمولة على قمة الأفرع وتكون عديدة الغرف أو وحيدة الغرف. ومزودة بسوطين جانبيين، أحدهما طويل ومتجه إلى الأمام، والآخر قصير أملس ومتجه إلى الخلف.

٣ـ التكاثر الجنسي Sexual reproduction

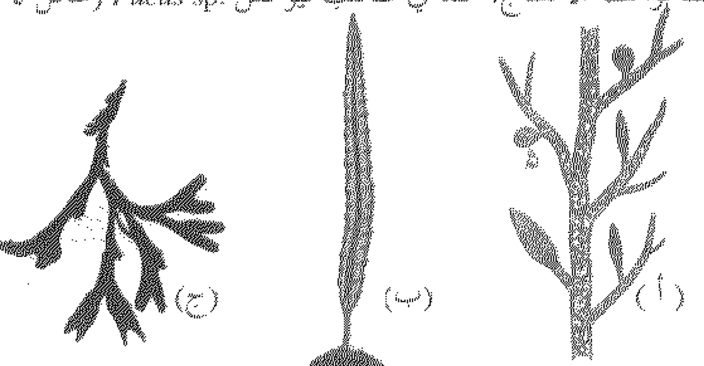
ويتم ذلك بإنتاج أمشاج متحركة أو سابحة أو ساكنة أحادية المجموعة الصبغية داخل تخت Receptacle في نهاية الأفرع يحتوي على حوافظ جنسية Conceptacles. وتكون الأمشاج الناتجة متشابهة Isogamy (ساكنة أو متحركة بسوطين) كما في طحلب لاميناريا *Laminaria* sp. أو أمشاج متباينة Heterogamy وفيها يكون المشيج المذكر صغير الحجم متحرك، والمشيج المؤنث كبير الحجم وساكن كما في طحلب فيوكس *Fucus* sp. كثيراً ما نشاهد ظاهرة تبادل الأجيال **وفيها**:

يمكن تمييز ثلاثة أنواع من الطحالب كل منها يتميز بنوع خاص من دورة الحياة وهي:

(أ) النوع الأول : وفيه تتكون دورة الحياة من جيلين متشابهين في شكلهما الخضري يتبادل أحدهما مع الآخر، يتركب أحدهما من نبات أحادى المجموعة الصبغية (ن) ينتج الأمشاج، والآخر من نبات ثنائي المجموعة الصبغية (٢ن) ينتج جراثيم. توصف هذه الدورة بالدورة متماثلة الشكل Isomorphic (نظراً لأن الأجيال تكون متشابهة إلى حد كبير، كما في طحلب إكتوكاربس *Ectocarpus* sp. (شكل ٤-٢٧).

(ب) النوع الثاني : تتكون دورة الحياة من جيلين عديدي الخلايا. ويكون الجيل الأول أحادى المجموعة الصبغية على هيئة نبات خيطي مجهري، ويكون الجيل الثاني الثنائي المجموعة الصبغية كبير الحجم وفي أغلب الأحيان معقد تركيبياً، ويسمى تبادل الأجيال الغير متشابه بالدورة متباينة الشكل Heteromorphic، كما في طحلب لاميناريا *Laminaria* sp. (شكل ٤-٢٧).

(هـ) النوع الثالث : يكون الطور (الجيل) ثنائي المجموعة الصبغية هو وحده الذي يوجد على هيئة كائن عديد الخلايا، إذ أن الطور أحادى المجموعة الصبغية يمثل فقط بواسطة الأمشاج. كما في طحلب فيوكس *Fucus* sp. (شكل ٤-٢٧).



شكل (٤-٢٧). بعض أنواع الطحالب البنية (أ) اكتوكاربس، (ب) لاميناريا، (ج) فيوكس.

أمثلة نموذجية

رتبة فيوكالس

جنس فيوكس *Fucus* sp.

يعتبر طحلب فيوكس من أهم الطحالب البنية، وهو واسع الانتشار في البحار والمحيطات حيث ينمو على الشواطئ الصخرية في المناطق الباردة، ويعرف بعشب البحر أو عشب الصخور لأنه ينمو على الصخور، وهو ينمو متصل هذه الصخور بواسطة ماسك، والطحلب مغطى بطبقة مخاطية تجعل ملمسه لزج.

الشكل والتركيب

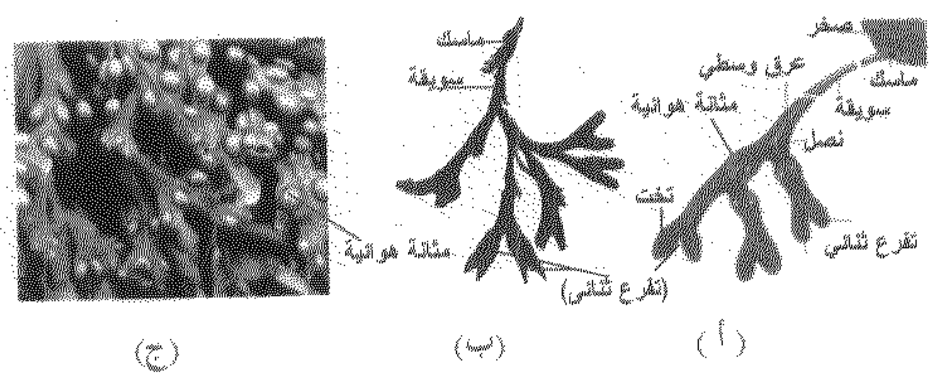
ثالوس الفيوكس النموذجي جسمه منبسط ويصل من حيث الطول إلى ٣٠ سم أو أكثر ويظهر الطحلب متفرع تفرع ثنائي (شكل ٤-٢٨). **يتكون جسم الطحلب من ثلاثة مناطق هي:**

الماسك (المثبت) Hold fast : وهو عضو تثبيت الثالوس على الصخور، قرصي الشكل، يفرز مادة صمغية تعمل على تثبيت الطحلب على الصخور،

العنق (السويقة Stalk (Sipe : وهو يعلو الجزء القاعدي (المثبت) وهو اسطواني الشكل يشبه الساق ويعرف بالسويقة.

النصل Lamina: وهو شريط عريض مفلطح، يتفرع تفرعاً ثنائي الشعبة، ويتميز النصل بوجود عرق وسطي تماماً كما في النباتات الراقية.

وتتميز بعض أنواع طحلب فيوكس بوجود مثانات هوائية Air bladder موزعة على منطقة العرق الوسطي تساعد الطحلب على الطفو فوق سطح الماء. وفي موسم التكاثر تنتفخ الأجزاء الطرفية من فروع النصل نتيجة لوجود تراكيب تسمى بالحوافظ الجنسية (تخت) Conceptacles وكل حافظة تكون مغطاة بفتحة صغيرة Ostoile مرتفعة تؤدي إلى فراغ داخلي تتكون به الحوافظ المشيجية (شكل٤-٢٨) وفي بعض الأنواع تتكون الأنثريدات (أعضاء التذكير) والأوجونات على نباتات منفصلة. وفي أنواع أخرى توجد على نفس النبات وفي بعض الأحيان داخل الحافظة الواحدة.

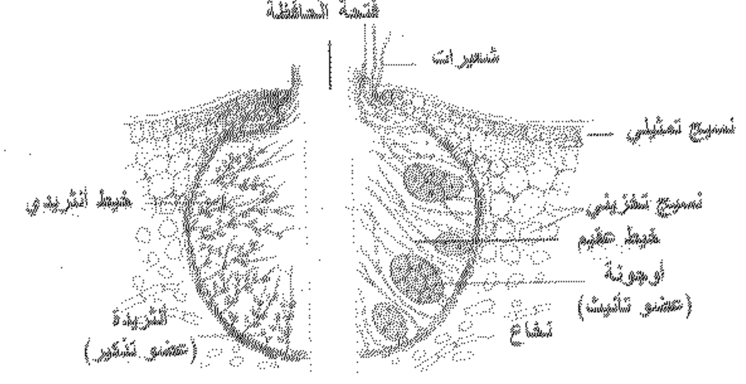


شكل (٤-٢٨). شكل وتركيب طحلب فيوكس (أ)، صور لطحلب فيوكس مصمر يبين التفرع الثنائي (ب) والمثانات الهوائية (ج).

التركيب الداخلي

عند عمل قطاع عرضي في ثالوس طحلب الفيوكس فإنه **يظهر بـــه ثلاثـــة أنسجة رئيسية** (شكل ٤-٢٩) **تظهر من الخارج إلى الداخل كما يلي:**

(أ) **نسيج تمثيلي Assimilating tissue (الطبقة التمثيلية Assim. Layer)**: وهي الطبقة السطحية (الخارجية) التي تقوم أساساً بعملية البناء الضوئي، وتتكون مـــن خلايا مستطيلة غنية بالبلاستيدات الملونة ولذلك تظهر بنية اللون، وتغطـــى هـــذه الخلايا من الخارج بطبقة مخاطية تساعد على تحمل ظروف الجفاف إذا تعرض لها.



شكل (٤-٢٩). جزئ من مقطع في ثالوس الفيوكس ماراً بحوافظ جنسية خصبة.

(ب) **نسيج تخزيني Storage tissue (القشرة Cortex)**: تتكون من خلايا برانشيمية رقيقة الجدر أكبر نسبياً من خلايا النسيج التمثيلي وتتميز بوفرة المـــواد الغذائيـــة المدخرة على هيئة أجسام لامعة.

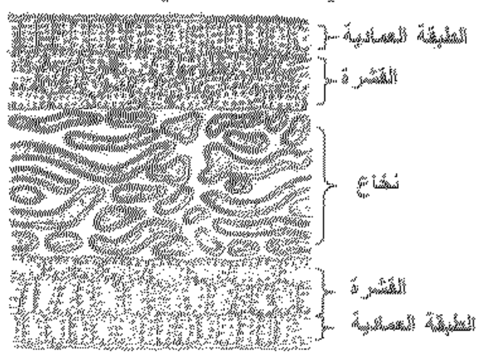
(جـ) **النخاع Medulla**: يتكون من خلايا خيطية مفككة متشابكة ذات جدر سميكة تشغل مركز القطاع، ووظيفتها دعامية. كما تقوم بتوصيل الغذاء إلى أجزاء الطحلب المختلفة.

بعمل قطاع عرضي أو طولي في النصل يلاحظ به ثلاث **طبقات** (شـــكل ٤-٣٠) **هي كالتالي**:

الطبقة الخارجية تعرف بالطبقة العمادية Palisade layer، وتتكون من صف واحد من خلايا متلاصقة تحتوي على بلاستيدات خضراء تختفي خلف الصبغات البنية اللون.

الطبقة العمادية للداخل تعرف بمنطقة القشرة Cortical layer، وتتكون من خلايـــا أقل تزاحماً من خلايا الطبقة العمادية، وتكثر بها المواد الغذائية المُخزنة.

المنطقة الوسطية الداخلية تسمى بالمنطقة النخاعية Medullary region وتتكون من خلايا خيطية مفككة ومتشابكة. ويوجد في نصل بعض الأنواع مثانات هوائية air bladder موزعة على جانبي العرق الوسطي تعمل على طفو الطحلب.



شكل (٤-٣٠). قطاع طولي في نصل طحلب الفيوكس.

التكاثـــر Reproduction

١ – التكاثر الخضري Vegetative reproduction

يستطيع أي جزء ينفصل من الطحلب النمو مكوناً طحلباً جديداً.

٢ – التكاثر الجنسي Sexual reproduction

لا يوجد في طحلب الفيوكس تبادل حقيقي بين أجيال ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) وأجيال أحادية المجموعة الصبغية (ن)، وذلك نظراً لأن السابحات الذكرية والبيضات فقط هي الأحادية.

تتكون الأعضاء الجنسية في الطحلب داخل تجاويف خاصة قارورية الشكل تعرف بالحوافظ الجنسية Conceptacles، وتفتح هذه الحوافظ إلى الخارج بواسطة فتحات خاصة Ostioles (شكل ٤–٣١). والحوافظ الجنسية إما مذكرة أو مؤنثة. وتحمل الحوافظ الجنسية المذكرة والمؤنثة إما على ثالوس واحد أو يحمل كل نوع على ثالوس مختلف. وفي بعض الأنواع تحتوى الحافظة الواحدة على أعضاء التذكير (أنثريدات) وأعضاء التأنيث (أوجونات).

(١) الحافظة الجنسية المذكرة Mole conceptacles : وهى عبارة عن تجويف قاروزي الشكل محاط بجدار عديد الطبقات وتفتح للخارج بواسطة فتحة صغيرة. وتحتوى الحافظة على عدد كبير من الخيوط العقيمة المقسمة المتفرعة التي تتكون على نهايتها الأنثريدات في أعداد كبيرة، والأنثريدات بيضاوية الشكل وبرتقالية اللون.

وتنقسم محتويات كل أنثريدة انقساماً اختزالياً يليه عدة انقسامات بسيطة وتكون عدد كبير من الأمشاج (السابحات) الذكرية كل منها كمثرى الشكل ومزودة بسوطين غير متساويين في الطول.

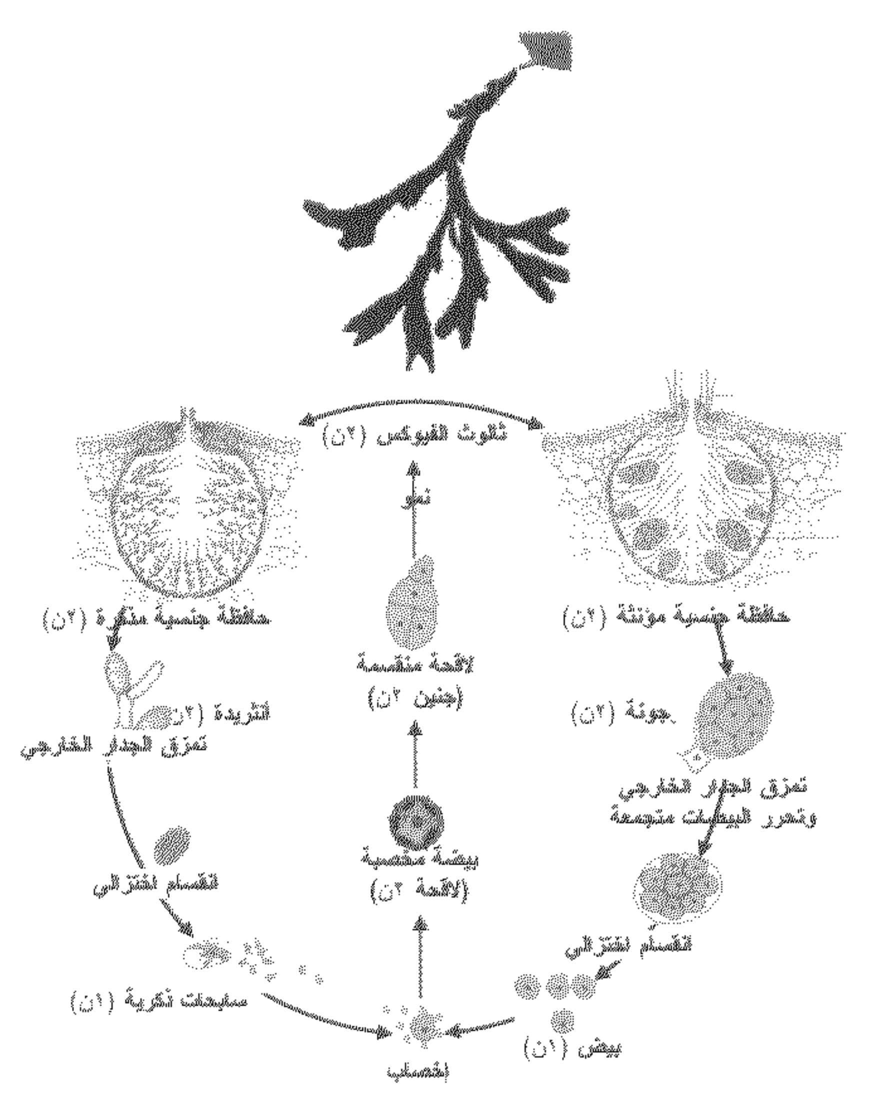
(٢) الحافظة الجنسية المؤنثة **Female conceptacles**: وهى تشبه الحافظة الجنسية المذكرة، ولكنها تحتوى على عدد من الأوجونات المعنقة، تخرج من جدار الحافظة، والأوجونة كبيرة الحجم نسبياً وأقل عدداً من الأنثريدات وتوجد بينها خيوط عقيمة مقسمة وغير متفرعة. وتنقسم كل أوجونة لتعطى ثمان بيضات Oosphers، وعندما يكتمل نضجها تنطلق من خلال فتحة الحافظة الجنسية إلى ماء البحر.

الإخصاب

يحدث الإخصاب عندما تنطلق السابحات الذكرية من خلال فتحة الحافظة الجنسية إلى ماء البحر حيث تجذب كل بيضة عدداً كبيراً من السابحات الذكرية فتحيط بها، حيث تنجح سابحه ذكرية واحدة فقط في إخصاب البيضة فتندمج النواتان وتتكون اللاقحة Zygote التي تفرز جداراً سميكاً حول نفسها. ثم تهبط إلى سطح الصخر فتلتصق به

وتظل اللاقحة ساكنة لفترة قصيرة ثم تنبت مكونة نباتاً ثالوسياً صغيراً لا يلبث أن ينمو ويتفرع ويعطى طحلباً جديداً.

و هكذا تتكرر السلسلة من دورة حياة طحلب الفيوكس بلا تبادل حقيقي بين أجيال ثنائية المجموعة الصبغية وأجيال أحادية المجموعة الصبغية وذلك نظراً لأن السابحات (الأمشاج) الذكرية والبيضات (الأمشاج المؤنثة) فقط هي الأحادية (شكل ٤-٣١)



شكل (٤-٣١). دورة حياة طحلب الفيوكس.

الفصل السابع

قسم الطحالب الحمراء

Division Rhodophyta (Red algae)

البيئة والتوزيع Habitat and distribution

تعتبر الطحالب الحمراء من حيث عدد أنواعها أكثر الأعشاب البحرية وفرة، وتفوق انتشار الطحالب البنية وإن كانت أنواعها ليس بضخامة الطحالب البنية، وتوجد غالبية الطحالب الحمراء في البحار وخاصة في المناطق الحارة والمعتدلة في المياه الأكثر هدوءاً والأكثر عمقاً ملتصقة بالصخور أو النباتات البحرية. قليل منها ينمو في المياه العذبة. نظراً لوجود الصبغ الأحمر بها فإنها تستطيع أن تنمو على أبعاد عميقة في البحر حيث تقل الإضاءة، ففي مياه المناطق الاستوائية وجدت الطحالب الحمراء على أعماق تصل مداها إلى ٣٠٠ متراً والتي لا تصلها غير الموجات البنفسجية من ضوء الشمس.

الخصائص العامة General characteristics

- الطحالب الحمراء أنواعاً قليلة جداً وحيدة الخلية. أما أغلبها فيتكون ثالوسها من خلايا متعددة على شكل خيطي، أو اسطواني، أو شريطي متفرع كثيراً (تتماسك الخيوط بأغلفة هلامية لتكون أشكالاً متفرعة مفلطحة). ونادراً ما تكون الطحالب الحمراء كبيرة، ولكن معظمها لا يزيد طولها عن ٦٠ إلى ٩٠ سم في أي اتجاه.
- الخلايا ذات جدر سميكة تتكون من طبقتين الداخلية منها سليلوزية والخارجية جيلاتينية بكتينية.
- يعزى لونها الأحمر إلى وجود صبغة الفيكوإريثرين Phycoerythrin ذات اللون الأحمر بنسبة كبيرة، والفيكوسيانين Phycocyanin ذات اللون الأزرق، بجانب احتوائها على أصباغ الكاروتين والكلوروفيل.

- الغذاء المخزن هو نوع من الكربوهيدرات المعقدة والشبيه بالنشا، ويعرف بالنشا الفلوريدى Floridean starch، الذي يصبغ باللون الأحمر عند إضافة اليود.
- تتميز الطحالب الحمراء بدورة حياة أكثر تعقيداً إلى حد ما عن أنواع الطحالب الأخرى حيث يستطيع الطحلب الواحد أن يكون ثلاثة أشكال مختلفة في دورة حياته ، ولا يوجد في دورة حياته أي طور متحرك سواء أكان مشيجياً أو جرثومياً، ويكون التكاثر الجنسي بها أكثر تطوراً ومن النوع متباين الأمشاج.
- يكون بعضها في داخل خلاياه كميات كبيرة من الجير، وتلعب دوراً كبيراً في تكوين الشعب المرجانية. ومن الأمثلة النموذجية وأهم أفرادها طحلب جليدم *Gelidium* وطحلب نيماليون *Nemalion* والتي سنقوم بدراستها.

أمثلة نموذجية

طائفة: رودوفيكوفيسي

رتبة : نيماليوتالس

١- جنس نيماليون *Nemalion*

هو أحد أجناس الطحالب الحمراء التي تنمو متصلة بالصخور على سواحل البحار. ويتخذ جسم الطحلب هيئة جسم اسطواني متفرع مثبت قاعدي. ويعتبر النبات المشيجي Gametophyte لهذا الطحلب نبات ثنائي المسكن حيث تحمل بعض الفروع خيوطاً قصيرة تنتج أطرافها أنثريدات (عضو تذكير)، وتحمل فروع أخرى على نفس النبات الحوافظ المؤنثة (كاربوجونات Carpogonia)، والكربوجونة وحيدة الخلية تنتهي عادة بنمو خيطي طويل يسمى بالشعرة المؤنثة Trichogyne والجزء السفلي منتفخ وتوجد به النواة البيضية.

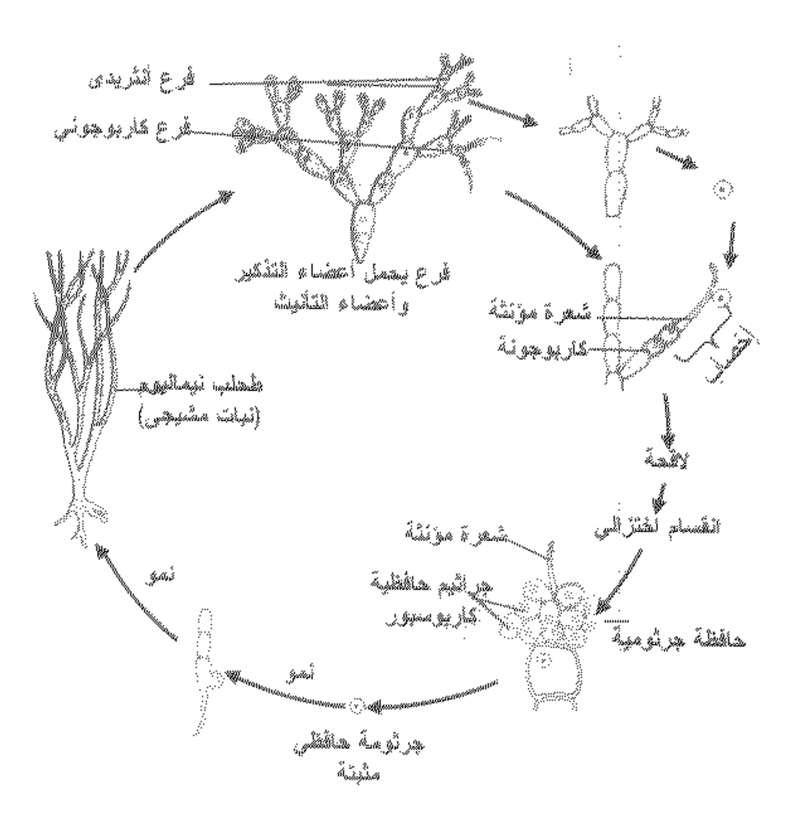
التكاثر Reproduction

التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

يتم بتكوين جراثيم غير متحركة.

التكاثر الجنسي Sexual Reproduction

يحدث التكاثر الجنسي (شكل ٤-٣٢) بتكوين الأنثريدات لأكياس مشيجية مذكرة Spermatangia يحتوي كل منها على مشيج واحد مذكر غير متحرك يسمى Spermatium. وتحتوي الكاربوجونة (عضو التأنيث) على بيضة واحدة.



شكل (٤-٣٢). دورة حياة طحلب نيماليون

يحدث الإخصاب (شكل ٤-٣٢) بانتقال الأمشاج المذكر بحركة الماء إلى الأمشاج المؤنثة، وعند ملامسة مشيج مذكر شعرة مؤنثة، يذوب جدار الشعرة المؤنثة وتنتقل نواة المشيج المذكر خلال الجزء الذائب إلى النواة المؤنثة ويحدث الإخصاب وتتكون البيضة الملقحة (الزيجوت)

تنقسم اللاقحة انقسام اختزالي ثم انقسام ميتوزى عادى وتكون ثموات تتفرع عدة مرات في جدار الكربوجونات، وتنضج أطرافها لتكون حوافظ جرثومية Carposporangia، تحتوي كل منها على جرثومة حافظية (ثمرية) واحدة لاجنسية غير متحركة Carpospore. وعند تحرر الجراثيم الثمرية تتصل بقاعدة مناسبة وتسكن لفترة ثم تنمو إلى طحلب جديد

٣- جنس جليديم *Gelidium*

طحلب بحري أحادى المحور، يوجد في منطقة المد والجذر في المياه العميقة. وهو واسع الانتشار معمر ويتجدد كل عام من الريزومة الزاحفة ، وهو اسطواني مسطح صلب نسبياً ويتفرع تفرع ريشي. النمو قمي وينشأ جسم الثالوس من خلية طرفية واحدة في كل فرع (شكل ٤-٣٣). ولا يعرف أنه أحادى المحور إلا في الأجزاء الصغيرة القريبة من القمة حيث يوجد فرق واضح في الحجم بين الخلايا المحورية، أما الأجزاء المسنة فيصعب تمييز الخلايا المحورية نظراً لأن الخلايا المركزية تكبر في الحجم وتضاف إلى النخاع.

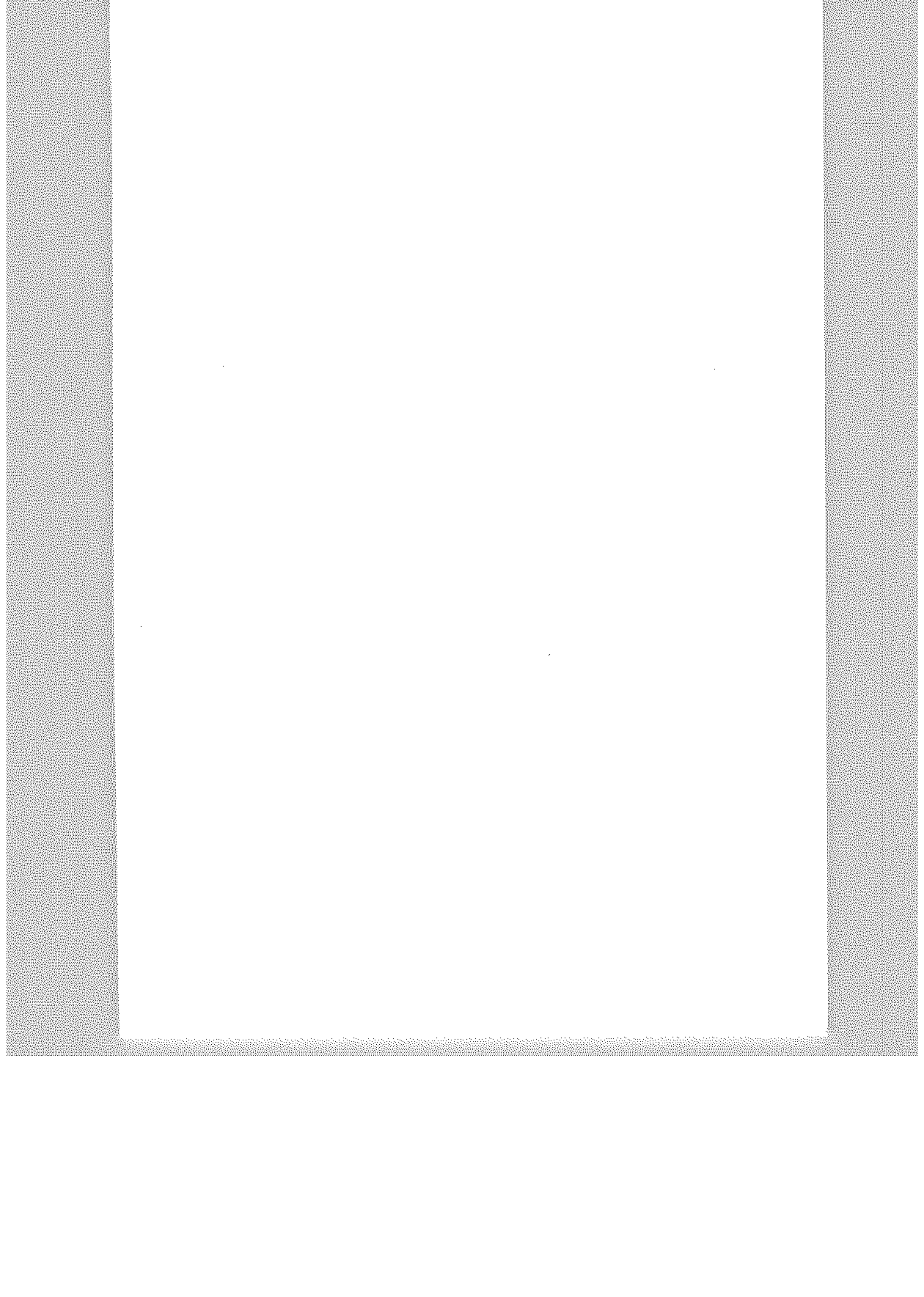
شكل (٤-٣٣). الشكل العام لطحلب جليديم.

الباب الخامس

النباتات غير الزهرية

- الفصل الأول : صفات وأقسام المملكة النباتية
- الفصل الثاني : النباتات الحزازية
- الفصل الثالث : النباتات التريدية





الفصل الأول

صفات وأقسام المملكة النباتية

مقدمة

نالت النباتات منذ القدم نصيبًا وافرًا من الدراسات والبحوث وتوطدت مع الزمن نظم راسخة لتصنيف النباتات كان أشهرها تقسيم المملكة النباتية إلى خمسة أقسام هي: الأوليات والثالوسيات والحزازيات والتريديات والنباتات البذرية، وذلك طبقا لمفهومها التاريخي وفى ضوء تقسيم الكائنات الحية إلى مملكتين هما النباتية والحيوانية. ومنذ عام ١٩٦٩م، وفى ضوء تقسيم الكائنات الحية إلى خمس ممالك، صارت المملكة النباتية تضم الحزازيات والتريديات والنباتات البذرية فقط. وتعرف نباتات المجموعة الأولى بالنباتات غير الوعائية Non vascular plants وهى بسيطة التركيب يتكون جسمها غالبا من ثالوث Thallus أى نبات غير متميز إلى جذر وساق وأوراق لا يوجد به أنسجة وعائية (توصيلية) أو دعامية، كما تعرف الحزازيات والتريديات بالأرشيجونيات Archegoniates لأنها تتميز بتركيب تكاثرى مؤنث يسمى أرشيجونة Archegonium، أما التريديات والنباتات البذرية فتعرف بالنباتات الوعائية Vascular plants لوجود أنسجة توصيلية ودعامية فى أجسامها، وتسمى التريديات بالنباتات الوعائية غير البذرية أو اللازهرية لأنها لا تتكاثر بالبذور وإنما بالجراثيم (الأبواغ)، أما النباتات الزهرية (البذرية) فتضم معراة البذور Gymnosperms ومغطاة البذور Angiosperms، ومغطاة البذور هى النباتات السائدة على اليابسة وتنقسم إلى طائفتين هما ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.

الصفات العامة للنباتات

من المعروف أن النباتات تعيش على اليابسة ولكن البعض منها تعيش فى الماء. وتعيش النباتات البدائية مثل الحزازيات المنبطحة فى وسط مائى أو فى تربة رطبة، وهذه المجموعة من النباتات بسيطة الشكل والتركيب يتكون جسمها من ثالوس يشبه بعض أنواع الطحالب الخضراء. والرأى الشائع أن بعض أنواع الطحالب الخضراء هى أصل الحزازيات وأن الحزازيات هى النباتات الأولية التى نشأت منها مجموعات النباتات الأخرى. ولنشوء النباتات كان لابد من وقوع تغيرات على مدى طويل من ملايين السنين لإكساب النباتات خصائص تلائم الحياة على اليابسة أهمها:-

١- ظهور عضو لامتصاص الماء من التربة وتثبيت النبات بها ومن ثم نشأت أشباه الجذور فى النباتات البدائية ثم الجذور فى النباتات الوعائية.

٢- تكوين طبقة الأدمة على سطح البشرة الخارجية لتقليل فقد النبات للماء نتيجة التعرض للرياح والجفاف والحرارة مع وجود فتحات فى البشرة تسمى الثغور تعمل على تبادل الغازات بين الجو الخارجى والوسط الداخلى للنبات فهى تعمل بمثابة ممرات لدخول ثانى أكسيد الكربون لعملية البناء الضوئى وخروج الأكسجين وبخار الماء.

٣- تكوين أنسجة توصيلية لامتصاص الماء والأملاح الذائبة به من التربة وصعوده إلى الأوراق ونقل نواتج البناء الضوئى من الأوراق إلى الساق والجذور. وتكوين أنسجة دعامية تدعم نمو النبات رأسيا بما أدى إلى كثرة التعقيد فى تركيب النباتات الأرضية.

٤- ظهور تراكيب لحماية أعضاء التكاثر، وحيث أن التكاثر يتم فى وسط رطب فإن أعضاء التكاثر فى النباتات الأرضية تكون محاطة بجدر عقيمة لحمايتها من الجفاف.

٥- نتيجة التعقيد التركيبـــى فى النباتات الأرضية وعدم قدرتها على الحركة فقد تم تطوير آلية للإخصاب داخل جسم النبات الأم لحماية اللاقحة حتى يتم نضجها وخروجها للحياة فى صورة نبات بسيط التركيب يسمى جنين Embryo يمكنه البقاء فى حالة سكون بعض الوقت ثم استكمال نموه إلى نبات جديد.

٦- استلزم التعقيد التركيبى للنباتات الأرضية تطوير وسائل للحفاظ على بقاء الأنواع والعمـــل على انتشـــارها منها تبـــادل حياة النبـــات بين صورتين فى النباتات الأرشيجونية هما النبات المشيجى الذى يحمل أعضاء التكاثر الجنسى من أجل بقاء النوع والطور الجرثومى الذى يقوم بإنتاج جراثيم تعمل على انتشار النوع عن طريق الهواء أو الماء، وكذلك تكوين البذور فى النباتات البذرية التى تعمل على حفظ الجنين وحمايته كما تعمل على بقاء أنواع النباتات الزهرية وانتشارها.

ويمكن إيجاز القول أن النباتات الأرضية قد اكتسبت صفات ظاهرية وتراكيب داخلية على مدى ملايين السنين جعلتها تستقر على اليابسة.وأن أهم الصفات التى صاحبت انتقال حياة النباتات من البيئة المائية إلى اليابسة هى نشوء أعضاء لم تكن موجودة فى الأسلاف المائية كالجذور والسيقان والأوراق وتكوين أنسجة توصيلية ودعامية وتكوين الأجنة والأزهار والبذور. وتجدر الإشارة أن بعض النباتات الزهرية تعيش فى الماء وحسب طبيعة نموها تنقسم إلى نباتات مغمورة ونباتات طافية وأن هذه النباتات تفتقد بعض التراكيب التى لا تلائم الحياة فى الماء مثل غياب الأدمة والثغور والأنسجة الدعامية والتوصيلية.

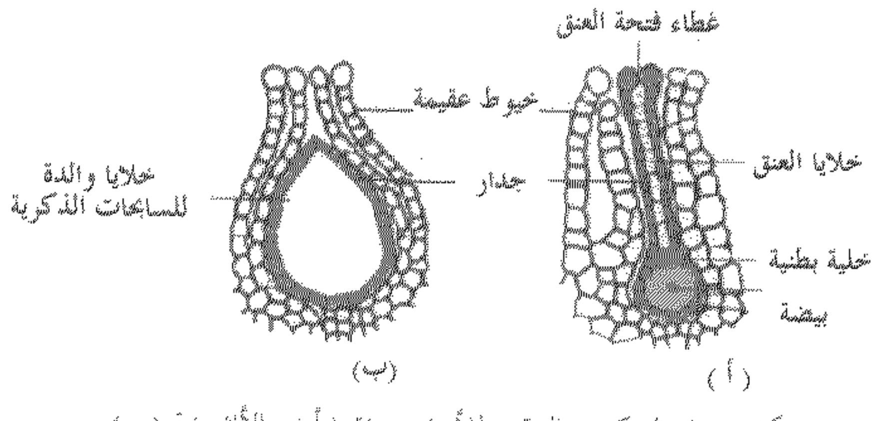
أقسام المملكة النباتية

طبقا للمفهوم الحديث للمملكة النباتية، تضم النباتات الأرضية اثنا عشر قسماً (جدول ٥-١) تمثل ثلاث أقسام منها النباتات الحزازية Bryophyta، بينما تمثل الأقسام الأخرى النباتات الوعائية Tracheophyta، وتصنف النباتات الوعائية إلى نباتات لابذرية تضم أربعة أقسام، ونباتات بذرية تضم خمسة أقسام، منها أربعة أقسام تمثل النباتات عاريات (مغطاة) البذور وقسم واحد يضم كاسيات (مغطاة) البذور.

جدول ٥-١: مجموعات وأقسام المملكة النباتية.

النباتات الحزازية	قسم الحزازيات المنبطحة	Divison Hepatophyta
	قسم الحزازيات القرنية	Divison Anthoceratophyta
	قسم الحزازيات القائمة	Divison Bryophyta
النباتات التريدية (الوعائية اللابذرية)	قسم النباتات السلوتية	Divison Psilotophyta
	قسم النباتات صغيرة الأوراق	Divison Microphyllophyta
	قسم النباتات المفصلية	Divison Anthrophyta
	قسم النباتات الرخسية	Divison Pteridophyta
النباتات البذرية معراة البذور	قسم النباتات السيكادية	Divison Cycadophyta
	قسم النباتات الجنكوية	Divison Ginkgophyta
	قسم النباتات المخروطية	Divison Coniferophyta
	قسم النباتات النتومية	Divison Gnetophyta
مغطاة البذور	قسم النباتات الزهرية	Divison Anthophyta

مما سبق يمكن القول أن المملكة النباتية تضم النباتات الزهرية التي تتميز بوجود الأزهـــار كتراكيـــب متخصصة للتكاثر ونباتات لازهرية تتميز بوجود الأرشيجونات Archegonia (مفردها أرشيجونة)، وهى تراكيب قارورية الشكل لها بطن Venter منتفخ يحتوى بيضة Egg تستقر فوقها خلية بطنية Ventral cell وعنق Neck طويل ممتلئ غالبا بصف واحد أو عدة صفوف من خلايا مفككة تسمى خلايا العنق Neck cells (شكل ٥-١)، وبالإضافة إلى وجود الأرشيجونة، تتميز الأرشيجونات بوجود تراكيب تكاثرية مذكرة تسمى الأنثريدات Antheridia (مفردها أنثريدة Antheridium) تشبه أنثريدات الطحالب، وهى تراكيب كروية أو بيضاوية الشكل ترتكز على عنق قصير تحيطها جدر من خلايا متراصـــة عقيمـــة تغلف خلايا خصبة تســـمى النسيج المولد للسابحات الذكرية Spermatogenous tissue تتباعد عن بعضها عند النضج لتصير خلايا والدة للسابحات الذكرية Sperm mother cells تنقسم ميوزيا (اختزاليا) لتكوين سابحات ذكرية Spermatozoides تتحرك بالأسواط (شكل ٥-١).



شكل ٥-١: التركيب الدقيق للأرشيجونة (أ) والأنثريدة (ب).

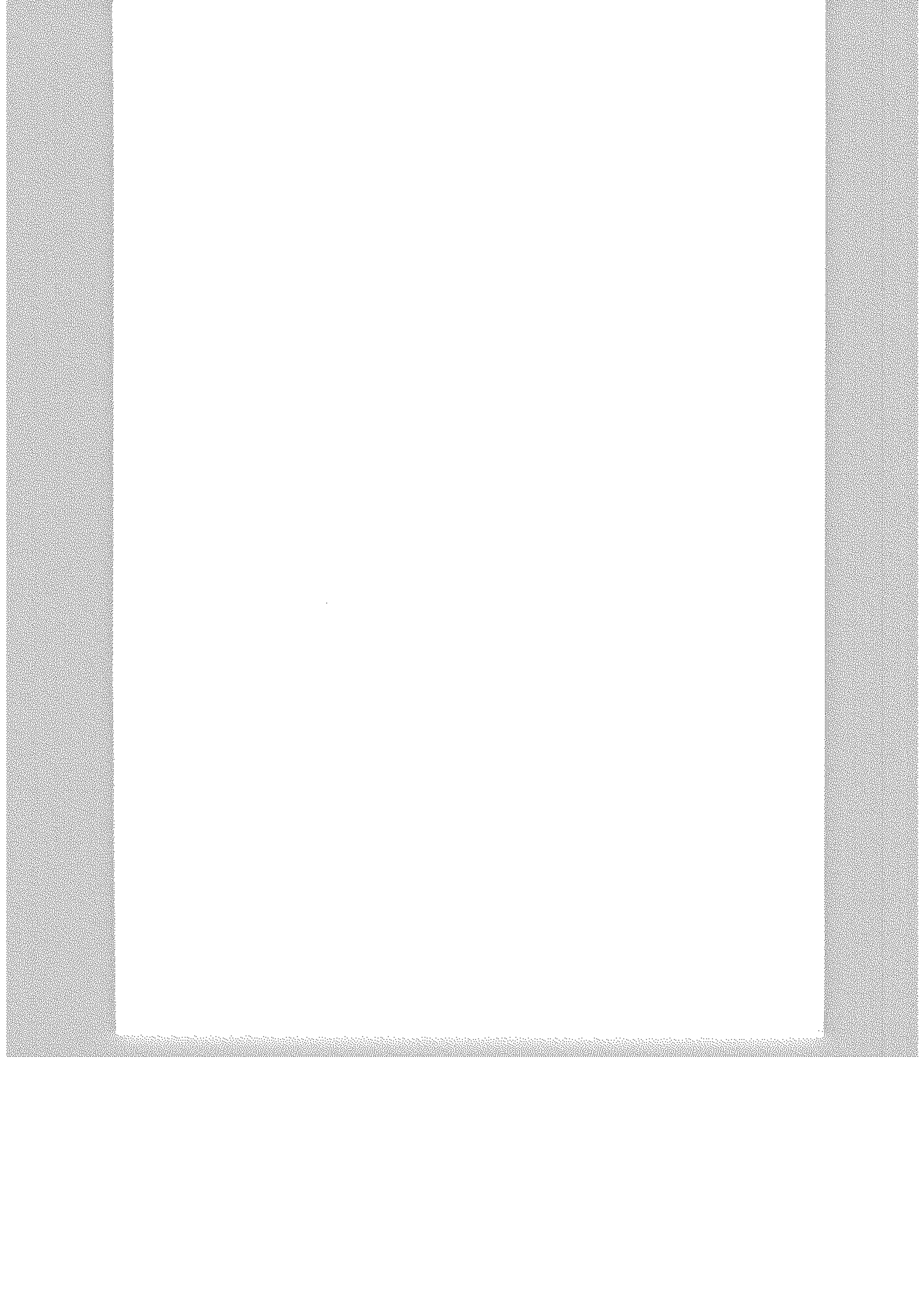
تضم الأرشيجونيات صوراً مختلفة من النباتات بعضها صغيرة الحجم وبعضها كبيرة الحجم، بعضها بائدة تعرف بحفرياتها فقط وبعضها حية معاصرة تعيش غالبا فى المناطق المطيرة من اليابسة فى العالم. ويمكن القول أن الأرشيجونيات تشمل عدة أقسام نباتية تضم الحزازيات Liverworts وهى نباتات غير وعائية، والتريديات (السراخس) وهى نباتات وعائية لابذرية. وتشغل الأرشيجونات موقعا وسطا بين الكائنات النباتية الدقيقة بسيطة التركيب والنباتات الزهرية الراقية معقدة التركيب

كما تتميز الأرشيجونيات بظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation وهى تبادل حياة النبات بين صورتين من شكل النبات إحداهما تحمل أعضاء التكاثر التى تنتج الأمشاج أو الجاميطات أحادية العدد الكروموسومى (ن) تسمى النبات المشيجى Gametophyte أو الطور المشيجى Gametophyte generation، وقد يحمل النبات المشيجى الأرشيجونات والأنثريدات ويسمى أحادى المسكن Monoecious أو يحمل أى منهما فقط فيسمى ثنائى المسكن Diecious وهو بالضرورة نبات وحيد الجنس Unisexual. وعند نضج النبات المشيجى تنطلق السابحات الذكرية من الأنثريدات لتخصب البويضة فى بطن الأرشيجونة لتكوين لاقحة أو زيجوت Zygote ثنائية العدد الكروموسومى (٢ن) تنقسم خلاياها لتكوين جنين Embryo ينمو إلى نبات جرثومى (بوغى) Sporophyte أو طور جرثومى Sporophyte generation.

وكما تتفق كل النباتات المشيجية للأرشيجونيات فى احتوائها على الأرشيجونيات والأنثريدات تتفق كل النباتات الجرثومية فى احتوائها على ما يسمى بالحوافظ الجرثومية التى تحوى نسيج مولد للجراثيم Sporogenous tissue تنقسم خلاياه لتكوين جراثيم

لاجنسية تنمو مباشرة لتكوين نبات مشيجي جديد. وكما يختلف شكل الطور المشيجي بين الأرشيجونيات يختلف أيضا شكل الطور الجرثومي كما يختلف التوازن بين الطور المشيجي والطور الجرثومي من حيث سيادة أحدهما وضمور الآخر في دورة الحياة باختلاف مراتب الأرشيجونيات، وبصفة عامة فإن الطور الجرثومي صغير الحجم بسيط الشكل والتركيب في الأرشيجونيات البدائية مثل الحزازيات المنبطحة كبير الحجم معقد التركيب في الأرشيجونيات الأكثر رقيا مثل المخروطيات.

وفي النباتات الزهرية يختزل الطور المشيجي إلى أعضاء الذكورة في الزهرة التي تتكون بها حبوب اللقاح وأعضاء الأنوثة التي تتكون بها البويضات. وتتميز النباتات الوعائية البذرية بتكوين جنين النبات الجرثومي داخل بذور تنشأ من البويضة بعد الإخصاب وتختزن الغذاء اللازم للإنبات ونمو الجنين، وقد تكون البذور عارية لوجودها على سطح الأوراق الجرثومية معرضة للهواء أو مغطاة بغلاف يتكون نتيجة التفاف أوراق الحوافظ الجرثومية الكبيرة حول الحوافظ (البويضات) لتكوين الكرابل (المبايض)، والكرابل إحدى السمات الرئيسية التي تميز النباتات الزهرية مغطاة البذور، ومن ثم يتم تقسيم النباتات الوعائية البذرية إلى تحت قسمين هما معراة (عاريات) البذور Gymnospermae ومغطاة (كاسيات) البذور Angiospermae.



الفصل الثانى

النباتات الحزازية

الحزازيات Bryophytes نباتات ثالوسية تعيش فى مناطق شديدة الرطوبة والقليل منها يعيش فى الماء أو على يابسة جافة، وتتميز الحزازيات بالصفات العامة التالية:-

١- يسود الطور المشيجى دورة حياتها ويعتمد الطور الجرثومى فى نموه وتغذيته على الطور المشيجى ونادرا ما يحتوى على بلاستيدات خضراء ويعتمد جزئيا على نفسه فى تكوين غذاؤه من خلال عملية البناء الضوئى.

٢- النبات المشيجى صغير الحجم نادرا ما يتجاوز طوله عشرة سنتيمترات تنمو منبطحة على سطح التربة وتثبت نفسها فى التربة بجذور بسيطة تسمى أشباه جذور Rhizoides، وقد تتميز إلى محاور (سيقان) وأوراق بسيطة ليس لها تعرق، ولا تحتوى المحاور والأوراق على أنسجة توصيلية والقليل منها تحتوى على أنسجة توصيلية بدائية.

٣- تتكون أعضاء التكاثر (الأرشيجونات والأنثريدات) على السطح الظهرى للثالوس وفى القليل من الأنواع تنشأ على حوامل طرفية.

٤- النبات الجرثومى غير متميز إلى أعضاء وقد يتميز إلى نبات بسيط يتكون من قدم وحامل وعلبة تحوى أنسجة والدة للجراثيم غير الجنسية.

تصنف الحزازيات إلى ثلاث أقسام هى الحزازيات المنبطحة (الهباتية) Hepatophyta أو الكبدية Liver worts وتتميز بأن النبات المشيجى ثالوس بسيط ينمو منبطحا على سطح التربة، والحزازيات القرنية Anthoceratophyta وتتميز بتساوى فترة حياة الطور

المشيجى الطور الجرثومى وأن الطور الجرثومى لا يعتمد كلياً فى تغذيته على الطور المشيجى، والحزازيات القائمة Musci وتتميز بنبات مشيجى ينمو قائماً ويتميز إلى أشباه جذور وساق وأوراق.

أولاً: قسم النباتات المنبطحة

النباتات الحزازية (الهباتية – الكبدية) المنبطحة ثالوسية تنمو منبطحة على سطح التربة، وتتميز نباتات هذا القسم بالصفات العامة التالية:–

١- تركيب جسم النبات المشيجى بسيط له سطح علوى وآخر سفلى ويتميز داخليا بوجود طبقة عليا تسمى الطبقة التمثيلية وطبقة سفلى تسمى الطبقة التخزينية.

٢- الطور الجرثومى بسيط التركيب يتكون فى الطوائف البدائية من حافظة جرثومية أما فى الطوائف الأكثر رقيا فقد يتميز إلى قدم Foot وحامل Seta وعلبة (صماد) Capsule.

٣- يعتمد الطور الجرثومى كليا على النبات المشيجى ويعطى الطور نوعا واحدا من الجراثيم اللاجنسية تنشأ من طبقة داخلية خصبة بالجنين Endothecium.

٤- يتكاثر النبات المشيجى خضريا بعدة طرق هى التجزؤ أو التفتيت Fragmentation وتكوين تراكيب برعمية تسمى الجيمات Gemmae وتكوين أفرع عرضية Adventitious branches على السطح السفلى أو قمم معمرة Persistent apices أو درنات Tubers تنفصل عند موت النبات الأصلى إلى نبات جديد.

تضم الحزازيات المنبطحة ثلاث رتب منها رتبة الماركانتيلات Marchantiales وهى الرتبة الوحيدة من الحزازيات المنبطحة الممثلة فى الفلورا المصرية، وتضم هذه الرتبة فصيلتين هما الفصيلة الريشياوية Ricciaceae التى ينتمى إليها جنس الريشيا *Riccia* والفصيلة الماركانتاوية Marchantiaceae التى ينتمى إليها جنس الماركانتيا *Marchantia*.

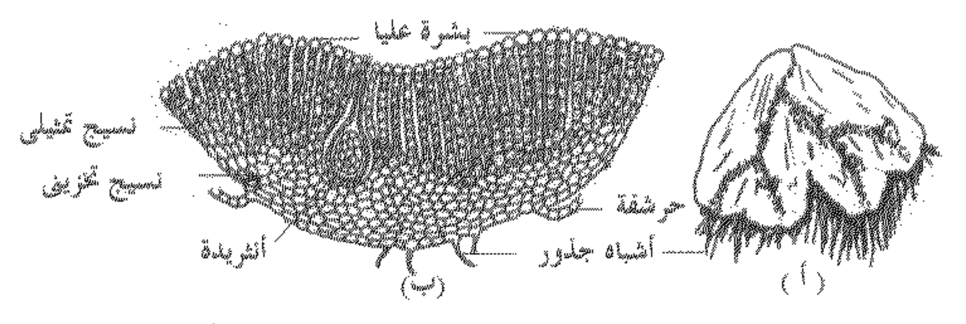
الريشيا

النبات المشيجى

الطور المشيجى للريشيا نبات ثالوسى ينمو فى الأماكن الظليلة على حواف مجارى المياة العذبة والآبار وأسفل الجسور وتحت الأشجار فى الحدائق، يشبه وردة صغيرة فى شكله العام فهو منبطح ومتفصص تتميز فصوصه بالتفرع ثنائى الشعب (شكل ٥-٣)، وتخرج من سطحه السفلى نوعين من الزوائد الأولى هى أشباه جذور وحيدة الخلية وظيفتها امتصاص الماء من سطح التربة والثانية حراشيف Scales متعددة الخلايا تعمل على تثبيت النبات فى التربة.

يتميز التركيب الداخلى للنبات المشيجى إلى طبقتين، الطبقة العليا تسمى النسيج التمثيلى Assimilating tissue تتكون من صفوف (خيوط) طولية من خلايا تحتوى على بلاستيدات خضراء وظيفتها البناء الضوئى تنتهى بخلايا قمية خالية من البلاستيدات متراصة فيما يشبه بشرة عليا. وتفصل هذه الخيوط قنوات هوائية للتهوية تستقر عند قواعدها أعضاء التكاثر المؤنثة (الأرشيجونات) والمذكرة (الأنثريدات) على نفس النبات. والطبقة السفلى تسمى النسيج التخزينى Storage tissue وتتكون من

خلايا بارنشيمية خالية من البلاستيدات الخضراء ولكنها غنية بالمواد الغذائية المدخرة في صورة حبيبات نشا يغلفها من أسفل صف من الخلايا المتراصة تسمى البشرة السفلى (شكل ٥–٣).



شكل ٥–٣: منظر سطحى لنبات الريشيا المشيجى (أ)
ورسم تخطيطى لتركيبه الداخلى (ب).

التكاثر ودورة الحياة

يتكاثر النبات المشيجى للريشيا خضريا وجنسيا بينما يتكاثر النبات الجرثومى لاجنسيا.

التكاثر الخضرى

يتكاثر النبات المشيجى خضريا بالتجزؤ أو التفتت Fragmentation نتيجة ذبول وتحلل بعض الأجزاء المسنة وعندما يصل التحلل إلى أماكن التفرع يسبب انفصال الفروع التى تنمو إلى نبات جديد بانقسام الخلية القمية بها كما يمكن أن يتفتت النبات المشيجى نتيجة مؤثرات ميكانيكية غير تحلل الأجزاء المسنة للنبات.

وتتكاثر بعض أنواع الريشيا بتكوين فروع عرضية على السطح السفلى للنبات تنفصل عن النبات الأصلي وتنمو مستقلة لتكوين نبات مشيجي جديد.

التكاثر الجنسي

النبات المشيجي للريشيا أحادى المسكن يحمل الأنثريدات والأرشيجونات معا. تنشأ الأنثريدات أولاً وتتكون كل أنثريدة من انقسام خلية سطحية من النسيج التحزيني إلى خليتين، تنقسم السفلى منهما انقسامات محدودة لتكوين عنق الأنثريدة بينما تنقسم الخلية العليا عرضيا إلى خليتين تعطى السفلية منهما طبقة من الخلايا السطحية العقيمة لتكوين جدار الأنثريدة وتواصل العلوية منهما الانقسام لتكوين كتلة من الخلايا الخصبة هى الخلايا الوالدة للسابحات الذكرية. عند نضج الأنثريدة تنقسم كل خلية من الخلايا الخصبة لتكوين سابحتين ذكريتين لكل منهما سوطين ولكن السابحات الذكرية تخرج فى مجموعات داخل كتلة هلامية.

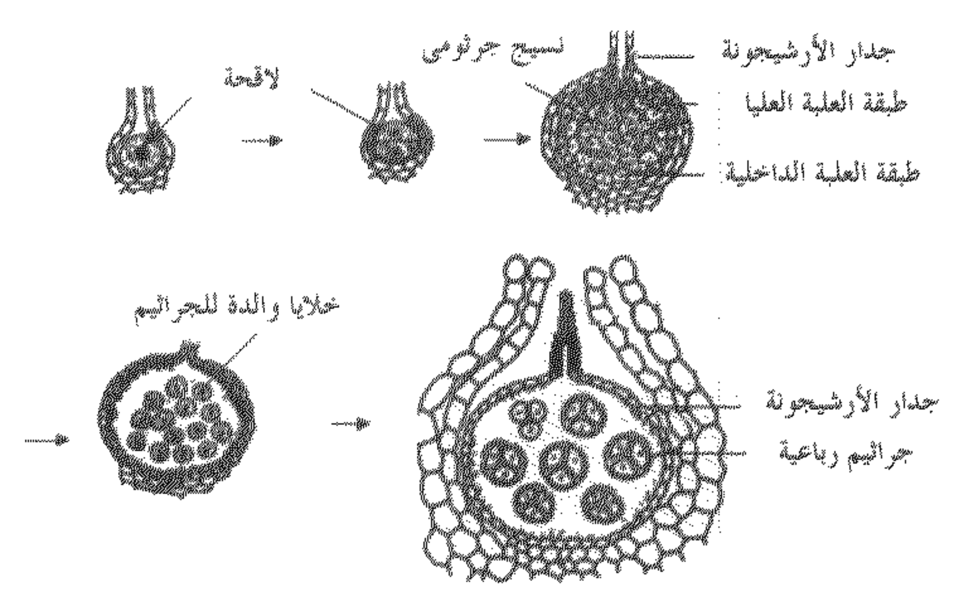
تنشأ الأرشيجونة كذلك من انقسام خلية سطحية من خلايا النسيج التحزيني إلى خليتين تعطى السفلى منهما خلايا عنق الأرشيجونة بينما تستطيل العليا وتمتد خلال القناة الهوائية ثم تنقسم بثلاث جدر لتكوين خلية مركزية وخليتين محيطيتين، تنقسم الخلايا المحيطية لتكوين جدار الأرشيجونة العقيم بينما تنقسم الخلية المركزية إلى خليتين تنشئ إحداهما خلايا غطاء الأرشيجونة أما الأخرى فتنقسم إلى خليتين تنشئ إحداهما خلايا قناة العنق وتنقسم الأخرى لتكوين خلية كبيرة سفلية هى خلية البيضة أما الخلية الأخرى التي تعلو البيضة فتسمى خلية قناة البطن.

يتم الإخصاب بعد نضج البيضة فى الأرشيجونة وتحلل خلايا قناة العنق لتكوين سائل هلامى يبرز من قناة العنق بعد فتح خلايا الغطاء مما يؤدى إلى جذب السابحات الذكرية التى تسبح فى السائل الهلامى فى قناة العنق إلى أن تصل إلى البيضة حيث يتم الإخصاب وتكوين لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية. بعد الإخصاب يضمر جدار العنق تدريجيا حتى ينغلق تماما على خلية اللاقحة فتتحول بطن الأرشيجونة إلى علبة تنقسم داخلها خلايا اللاقحة انقسامات متتالية لتكوين كتلة من الخلايا هى بمثابة الجنين الذى يمثل بداية الطور الجرثومى.

الطور الجرثومى

يبدأ الطور الجرثومى بتكوين اللاقحة التى تنقسم لتكوين كتلة من الخلايا هى الجنين. يلى ذلك انقسام خلايا الجنين انقساما موازيا لسطحها الخارجى لتكوين طبقة من الخلايا السطحية تسمى طبقة العلبة العليا Amphithecium تحيط بكتلة من الخلايا الداخلية تسمى الطبقة الداخلية الخصبة Endothecium. ويعتبر هذا التمايز هو الوحيد فى أنسجة الطور الجرثومى فى نبات الريشيا، وتمثل منطقة العلبة الخارجية الخلايا العقيمة للطور الجرثومى وهى تتحلل أثناء نضج الجراثيم بينما تمثل طبقة العلبة الداخلية خلايا النسيج الجرثومى. عند تمام نضج الطور الجرثومى تتحول خلايا النسيج الجرثومى إلى خلايا والدة للجراثيم تنقسم كل منها انقسامين متتاليين أحدهما اختزالى لتكوين أربعة جراثيم لاجنسية أحادية المجموعة الكروموسومية تترتب فى رباعيات. تتغلظ جدر الجراثيم اللاجنسية بتكوين جدار خارجى غليظ داكن اللون تظهر به نتوءات غير منتظمة بينما يبقى الجدار الداخلى رقيق عديم اللون. تبقى رباعيات الجراثيم فى حماية

علبة الطور الجرثومى الذى يبقى مطمورا ومتطفلا على الطور المشيجى ولا تتحرر إلا عندما يتحلل الطور المشيجى بالتقدم فى السن (شكل ٥-٤).



شكل ٥-٤: رسم تخطيطى لبعض مراحل تكوين الطور الجرثومى للريشيا.

يمثل الطور الجرثومى فى الريشيا أكثر أنواع الأطوار الجرثومية بدائية إذ لا يوجد به خلايا متخصصة فى إنتاج الجراثيم بينما تشارك كل خلايا النبات الجرثومى عدا خلايا الجدار فى تكوين الجراثيم. وعند تحلل الطور المشيجى الحاضن للنبات الجرثومى تنطلق الجراثيم وتنبت فى الظروف المناسبة بتمزق الجدار الخارجى بينما يستطيل الداخلى ويمتد للخارج لتكوين ما يسمى بأنبوبة إنبات توالى الاستطالة لتكوين نبات مشيجى جديد.

التكاثر اللاجنسى للطور الجرثومى

ينشأ الطور الجرثومى بتكوين خلية اللاقحة التى تنقسم لتكوين الجنين الذى تنشأ منه عشرات الخلايا الوالدة للجراثيم تعطى كل منها أربعة جراثيم لاجنسية تنمو كل منها إلى نبات مشيجى جديد. ويعنى ذلك أن النبات الجرثومى الواحد يتكاثر إلى مئات من النباتات المشيجية.

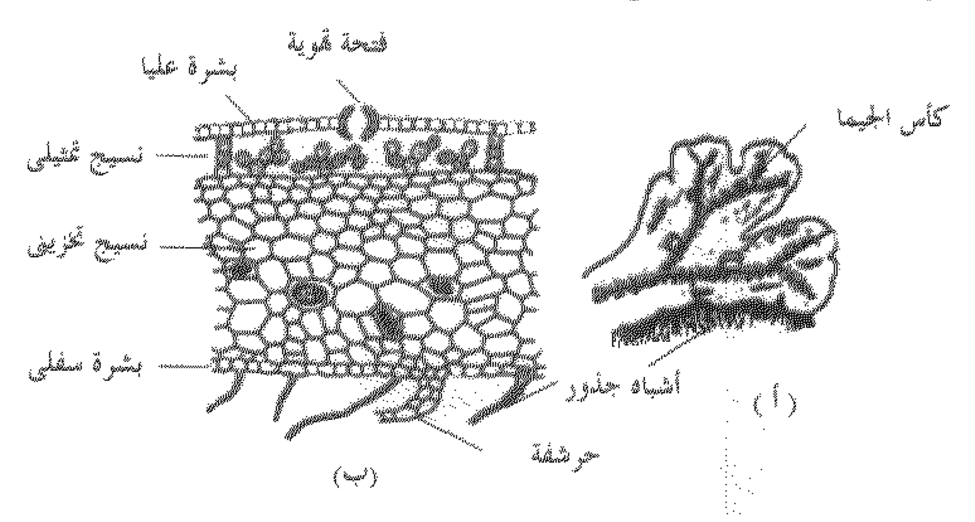
الماركانتيا

النبات المشيجى

الطور المشيجى للماركانتيا نبات ثالوسى واسع الانتشار فى الأماكن الظليلة على حواف مجارى المياة العذبة والآبار وفى التربة الرطبة الظليلة وهو يشبه إلى حد كبير النبات المشيجى للريشيا إلا أنه أكبر منه حجما. والنبات شريطى الشكل من سطح التربة وتثبيت النبات بها (شكل ٥-٥). ينمو منبطحا على سطح التربة وذو تفرع ثنائى الشعب وتخرج من سطحه السفلى أشباه جذور لامتصاص الماء.

يتميز التركيب الداخلى للنبات المشيجى كما فى الريشيا إلى طبقتين: الطبقة العليا تمثل النسيج التمثيلى وظيفتها البناء الضوئى تنتهى من أعلى بخلايا قمية خالية من البلاستيدات متراصة لتكوين بشرة عليا. تنقسم هذه الطبقة إلى غرف هوائية تقع أسفل البشرة العليا للثالوث ولكل منها فتحة وسطية فى سقفها العلوى يوجد بكل منها عدد من الخيوط التمثيلية تتكون من خلايا تحتوى على بلاستيدات خضراء، تؤدى الفتحات الوسطية فوق الغرف وظيفة الثغور فى النباتات البذرية حيث تجعل الخيوط التمثيلية متصلة بالهواء الجوى مما يساعد على التبادل الغازى بين الهواء وأنسجة النبات الداخلية.

يلى طبقة النسيج التمثيلى طبقة النسيج التخزينى التى تتكون من خلايا بارنشيمية تحتوى على قليل من البلاستيدات الخضراء وقد تكون خالية تماما من البلاستيدات ولكنها غنية بالمواد الغذائية المدخرة فى شكل أجسام لامعة يحيطها من أسفل صف خلايا البشرة السفلى التى يخرج من بعضها أشباه جذور وحراشيف بعضها ملساء الجدر وبعضها يحمل نتوءات درنية على السطح الداخلى للجدار (شكل ٥-٥).



شكل ٥-٥: رسم تخطيطى لنبات الماركانتيا الجاميطى (أ) ولتركيبه الداخلى (ب).

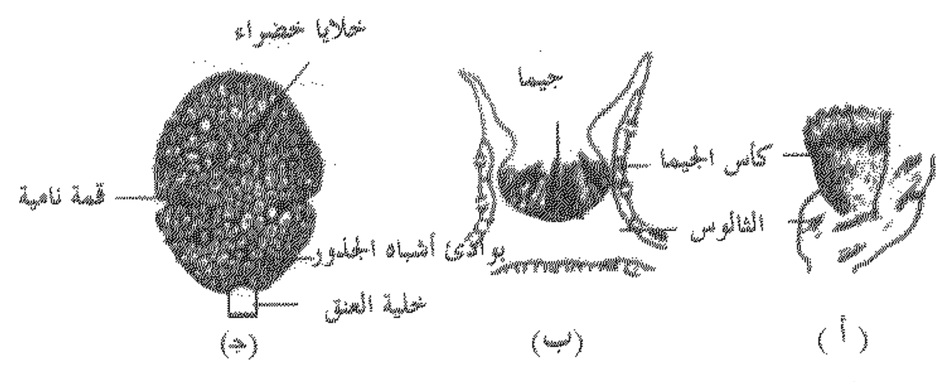
التكاثر ودورة الحياة

يتكاثر النبات المشيجى للماركانتيا خضريا وجنسيا بينما يتكاثر النبات الجرثومى لاجنسيا.

التكاثر الخضرى

يتكاثر النبات المشيجى خضريا بالتقطع أو التفتت نتيجة انفصال عدة أجزاء ينمو كل منها إلى نبات جديد، كما يتكاثر النبات المشيجى خضريا بتكوين وحدات تكاثر

خضرية خاصة شبيهة بالبراعم تسمى الجيمات Gemmae تنشأ بأعداد كثيرة داخل تراكيب كأسية الشكل تسمى كؤوس الجيمات على السطح العلوى للثالوس، وتوجد بكل كأس سلسلة من الجيمات تتصل بقاعدة الكأس بأعناق من خلية واحدة تفصلها خلايا هلامية Mucilage cells كروية الشكل ذات قابلية شديدة لامتصاص الرطوبة (شكل ٥-٦). يؤدى انتفاخ هذه الخلايا الهلالية إلى انفصال الجيمات عن أعناقها وانتشارها مع الرياح أو وسائل أخرى، وتحوى الجيمات قمة نامية وبادئات أشباه جذور وخلايا خضراء بها بلاستيدات خضراء، وعند سقوط الجيمات على وسط مناسب تنقسم خلايا القمة نامية وبادئات أشباه الجذور وتنمو الجيما إلى نبات مشيجى جديد.

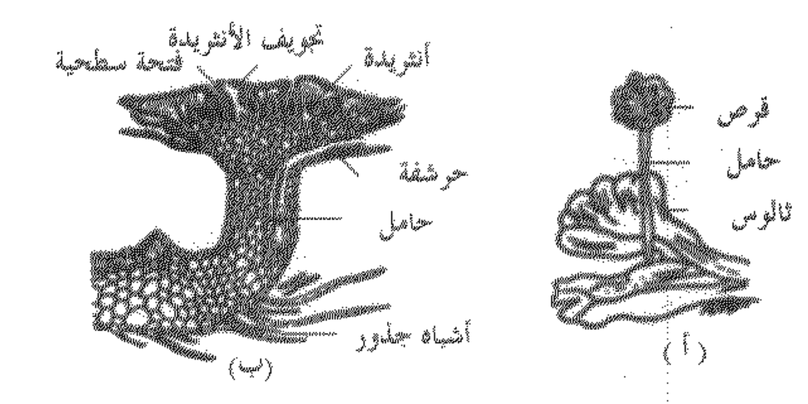


شكل ٥-٦: رسم تخطيطى لكأس الجيمات (أ)، ولقطاع طولى به (ب)، ورسم تفصيلى لتركيب الجيما فى الطور المشيجى للماركانتيا (جـ).

التكاثر الجنسى

معظم أنواع الماركانتيا ثنائية المسكن حيث توجد الأرشيجونات والأنثريدات على نباتات مختلفة وتنشأ على حوامل خاصة أسطوانية الشكل تخرج كزوائد قائمة من

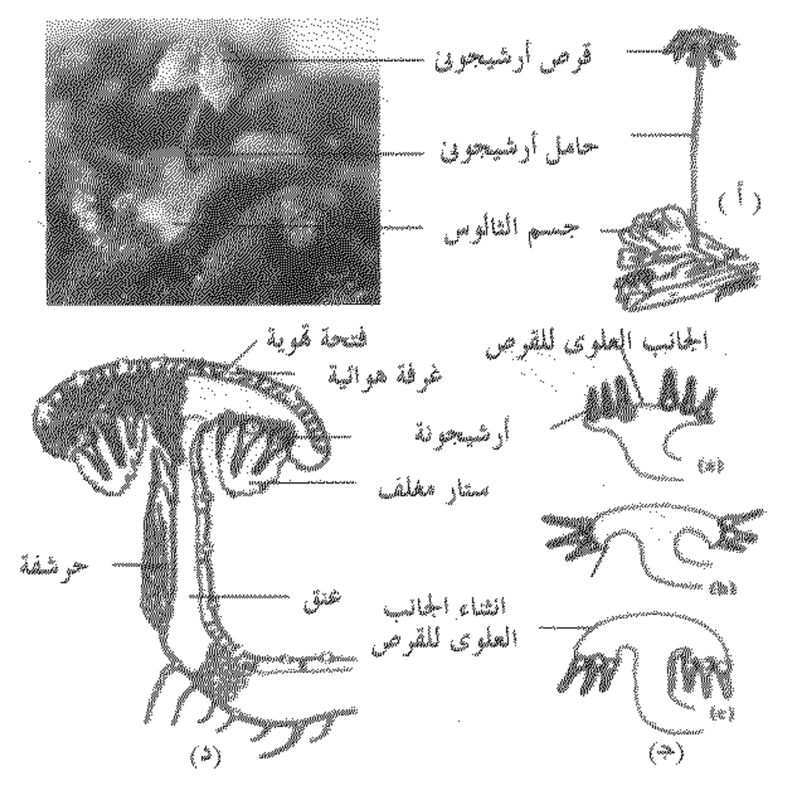
السطح العلوى للثالوث وتنتهى عند القمة بقرص مفلطح ذو ثمان فصوص يحمل كل فص أنثريدة فى النبات المذكر أو أرشيجونة فى النبات المؤنث. تنشأ الأنثريدات نتيجة انقسام القمم النامية لفصوص حامل الأنثريدات Antheridiophore بنفس طريقة تكوينها فى الريشيا تقريبا. تنتظم الأنثريدات عند حواف القرص المفلطح وتنغمس عند النضج فى تجاويف خاصة تسمى تجاويف الأنثريدات Antheridial cavities توجد بها فتحة سطحية ذات قناة ضيقة تنطلق منها السابحات الذكرية (شكل ٥-٧).



شكل ٥-٧: رسم تخطيطى لنبات مشيجى مذكر (أ)، ورسم تفصيلى لقطاع طولى فى حامل الأنثريدات (ب).

تنشأ الأرشيجونات من خلايا سطحية خلف القمة النامية للأقراص ونتيجة النمو السريع لأنسجة القرص من الجهة العلوية توجد أصغر الأرشيجونات فى وسط القرص بينما توجد الأكبر حجما عند حواف القرص، ولا تنمو حواف القرص حول الأرشيجونات لإحاطتها بغرف تحميها من الجفاف كما فى الريشيا ولكن يوجد ما يسمى غلاف كاذب عند قاعدة كل أرشيجونة، كما يحاط كل صف من الأرشيجونات بستار مغلف

Perichatium. وتتجه نهايات فصوصه إلى أسفل نتيجة النمو السريع لأنسجة السطح العلوى للقرص مع توقف انقسام أنسجة السطح السفلى (شكل ٥-٨).



شكل ٥-٨: رسم تخطيطى (أ) وصورة فوتوغرافية (ب)، لنبات مشيحى مؤنث، ورسم تخطيطى لمراحل انحناء السطح العلوى لقرص الحامل لحماية الأرشيجونات (جـ: (a) (b) (c))، وقطاع طولى فى الحامل الأرشيجونى (د).

يبقى الحامل الأرشيجونى Archegoniophore قصيرًا قبل الإخصاب حتى تظل الأرشيجونات على مقربة من التربة الرطبة والماء لأن الإخصاب يحدث فى الماء. ولإتمام

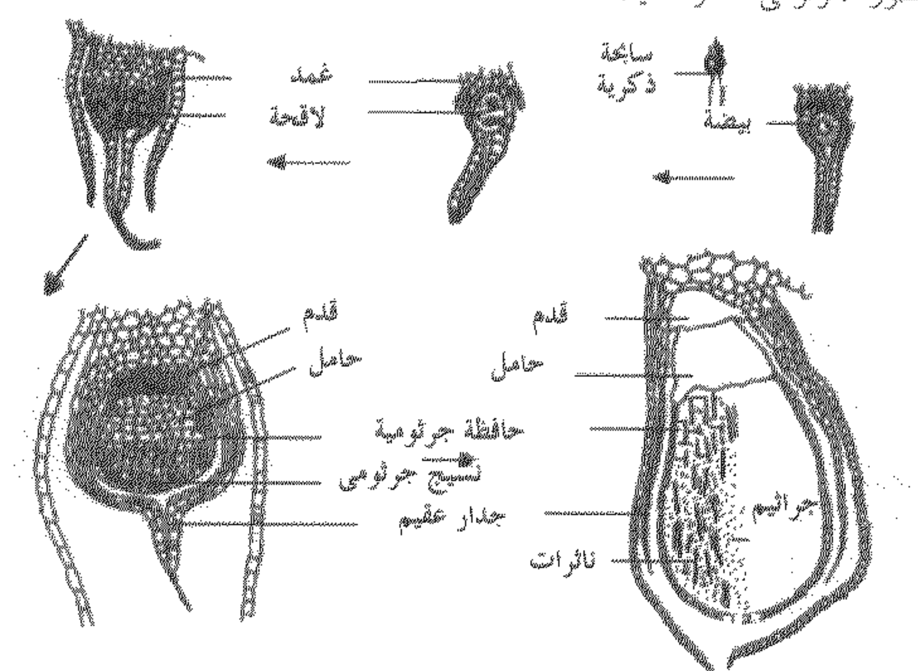
الإخصاب تنطلق السابحات الذكرية فى أعمدة تشبه أعمدة الدخان من خلال فتحات تجاويف الأنثريدات ثم تسبح فى الماء بواسطة الأسواط حتى تصل إلى فوهة الأرشيجونة ثم يحدث الإخصاب بآلية تشبه تلك التى يتم بها الإخصاب فى الريشيا حيث تندمج نواة السابحة الذكرية مع نواة البيضة لتتحول الأخيرة إلى خلية اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية. وبعد التلقيح يستطيل حامل الأرشيجونات أثناء نضج الطوار الجرثومى عليها ليسمح بانتشار الجراثيم اللاجنسية.

النبات الجرثومى

يتكون النبات الجرثومى للماركانتيا نتيجة انقسامات مستعرضة وطولية لخلية اللاقحة لتكوين كتلة من نسيج ثنائى الكروموسومات داخل بطن الأرشيجونة يتميز إلى نبات جرثومى كامل يتكون من قدم Foot وحامل Seta وعلبة Capsule حيث تنقسم الخلايا الخارجية منه لتكوين خلايا القدم والحامل أما الجزء القريب من عنق الأرشيجونة فيتميز إلى ما يعرف بالصماد. وتتميز خلايا الصماد إلى طبقة خارجية تعطى الجدار العقيم للعلبة بينما تنقسم خلايا الطبقة الداخلية لتكوين الأجزاء الخصيبة فى وسط العلبة التى تتكون من نوعين من الخلايا: النوع الأول خلايا كروية الشكل هى الخلايا الوالدة للجراثيم والنوع الآخر من الخلايا فى مستطيلة الشكل ذات جدر مغلظة حلزونيا تسمى الناثرات Elaters.

يظل النبات الجرثومى متصلا بالنبات المشيجى بواسطة القدم الذى يقوم بتثبيت النبات الجرثومى وامتصاص الغذاء من أنسجة النبات المشيجى، أما الحامل فيقوم بتوصيل الغذاء من القدم إلى العلبة. وبينما تشارك كل الخلايا الناتجة عن انقسام لاقحة

الريشيا فى تكوين الخلايا الوالدة للجراثيم فان النبات الجرثومي للماركانتيا تقتصر الخلايا الوالدة للجراثيم على الأجزاء الخصيبة فى وسط العلبة. تنقسم الخلايا الوالدة للجراثيم انقسامين الأول منهما اختزالى لتكوين جراثيم لاجنسية أحادية المجموعة الكروموسومية، وعند نضج الجراثيم تتفتح العلبة بانفصال غطائها فتظهر فتحة تنتشر عن طريقها الجراثيم بمساعدة الناثرات وذلك بأن تمتص جدرها بخار الماء من رطوبة الهواء فتستطيل وتدفع بالجراثيم من خلال فتحة العلبة. وعندما تسقط الجراثيم على بيئة مناسبة تنمو إلى نبات مشيجى جديد. ويمثل شكل ٥-٩ رسما تخطيطيا لمراحل تكوين الطور الجرثومى للماركانتيا.



شكل ٥-٩: رسم تخطيطى لمراحل تكوين الطور الجرثومى للماركانتيا.

ثانيا: قسم النباتات الحزازية القرناء

يشمل قسم النباتات الحزازية القرناء Anthoceratophyta نحو ٥٠٠ نوع تنمو أغلبها منبطحة على سطح التربة، تنتشر فى البيئة الرطبة الظليلة، تضمها طائفة الأنثوثيراتوبسيدات Anthoceratopsida. يرى بعض العلماء أن لبعض نباتات هذا القسم، وبصفة خاصة جنس الأنثوسيروس *Anthoceros*، أهمية خاصة فى توضيح خطوات تطورية هامة بين أقسام النباتات الأولية والنباتات الراقية، إذ يلاحظ أن الطور المشيجى به صفات طحلبية بدائية وخاص وجود بلاستيدات كبيرة الحجم قليلة العدد بينما تمثل النشأة الداخلية لأعضاء التكاثر والنمو غير المحدود للطور الجرثومى كما فى التريديات صفات متقدمة. ويمكن إيجاز الصفات العامة لنباتات هذا القسم كما يلى:-

١- جسم النبات المشيجى بسيط لا يتميز داخليا إلى نسيج تمثيلى متخصص للبناء الضوئى ونسيج تخزينى.

٢- الطور الجرثومى معقد التركيب وله بشرة تغطيها أدمة تتخللها ثغور ويحتوى على منطقة خلايا إنشائية عند قاعدة العلبة.

٣- لا يعتمد الطور الجرثومى كليا على النبات المشيجى ويظهر استقلالا فى التغذية لاحتوائه على أشباه جذور كما أن له قدرة على البناء الضوئى مما يجعله يعمر لعدة شهور. ومن ثم تتساوى فترة حياة الطور المشيجى والطور الجرثومى.

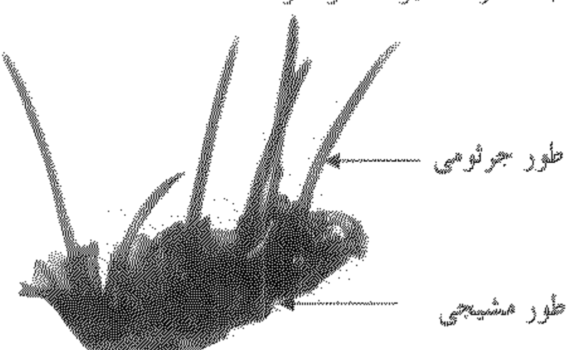
٤- يتكاثر النبات المشيجى خضريا بعدة طرق بالتجزؤ أو التقطع Fragmentation ولكنه لا ينتج جيمات Gemmae ولكن الأجزاء الخافية منه قد تكمن لتقاوم الظروف البيئية المعاكسة ثم تنمو إلى ثالوس جديد.

تقوم المميزات العامة للنباتات الحزازية القرناء على صفات جنس الأنثوسيروس وهو أكثر أجناس هذا القسم انتشاراً ومن ثم فسوف نتناول وصف دورة حياة هذا النبات.

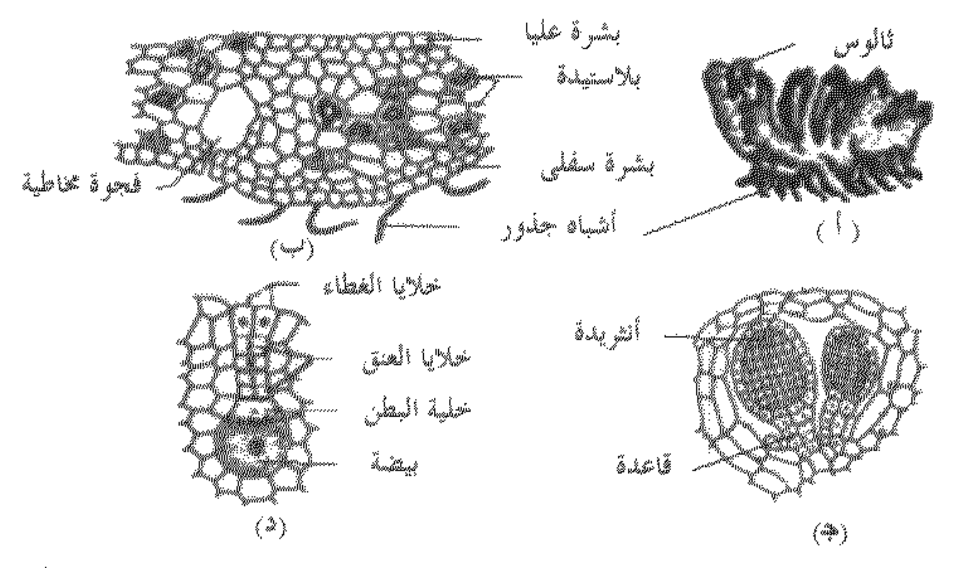
الأنثوسيروس

الطور المشيجي

الطور المشيجي للأنثوسيروس *Anthoceros* بسيط التركيب قرصي الشكل ذو تفرعات ثنائية ينمو منبطحا على سطح التربة يصل طوله إلى ٧ سنتيمترات وتخرج من سطحه السفلى أشباه جذور وحيدة الخلايا لامتصاص الماء. ينشأ الطور الجرثومي كليا على النبات المشيجي ولكنه يظهر استقلالا فى التغذية لاحتوائه على أشباه جذور وقدرته على البناء الضوئي (شكل ٥-١٠)، يتركب الثالوس داخليا من عدة طبقات من خلايا برانشيمية بكل منها بلاستيدة واحدة كبيرة الحجم يظهر بها مركز تكوين النشا، وفى بعض أنواع الأنثوسيروس توجد تجاويف فى الناحية البطنية لجسم الثالوس تعيش بها بعض الطحالب أكثرها شيوعا النوستوك.



شكل ٥-١٠: الشكل الظاهرى للطور المشيجي للأنثوثيروس حاملا الطور الجرثومي.



شكل ٥-١١: رسوم توضيحية للشكل الظاهرى للطور المشيجى للأنثوثيروس (أ)، ولتركيبه الداخلى (ب)، وللأنثريدة (جـ) والأرشيجونة (د).

التكاثر ودورة الحياة

يتكاثر الأنثوسيروس خضريا بالتقطع (التفتيت) كما يتكاثر جنسيا.

التكاثر الجنسى

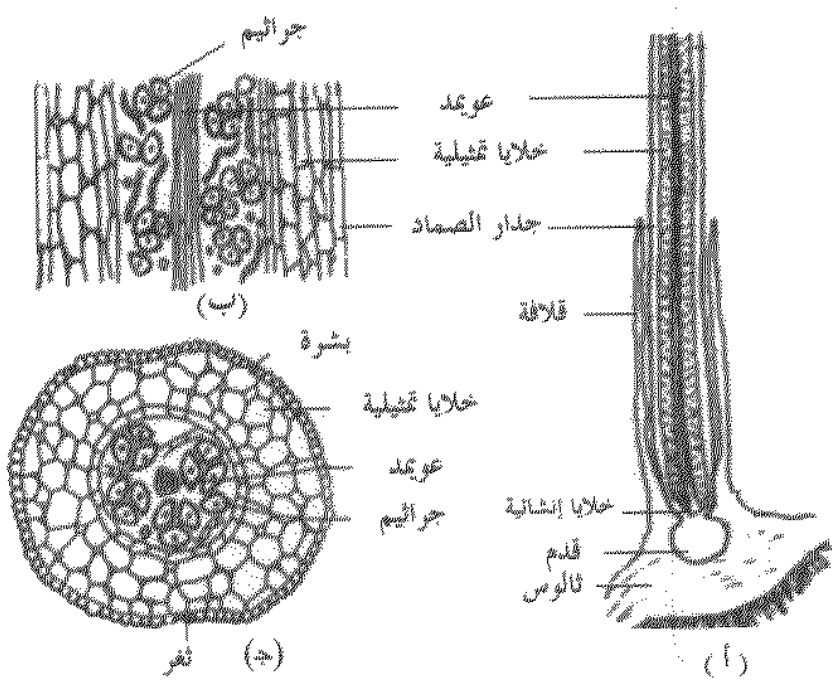
الأنثوثيروس وحيد المسكن تنشأ الأنثريدات والأرشيجونات من خلايا ظهرية خلف القمة النامية للطور المشيجى، وتظهر الأنثريدات فى ثنائيات أولاً من خلية داخلية بينما تنشأ الأرشيجونات من انقسامات متتالية لخلية داخلية تعطى صف من ٤-٦ خلايا تتميز إلى خلايا العنق تعلو خلية البيضة التى توجد فى البطن، بينما ينشأ الغطاء من خلية سطحية ولا يحيط بالأرشيجونات جدار عقيم (شكل ٥-١١). يتم الاخصاب فى

الماء وتنمو خلية اللاقحة إلى جنين مستطيل الشكل يسمى الجزء السفلي منه بالقدم تخرج من خلاياه الملاصقة لأنسجة الطور المشيجي نتوءات تمثل أشباه الجذور، أما الجزء العلوي فيتميز إلى صماد غير محدود النمو تنشأ خلاياه من خلايا إنشائية بين القدم والصماد، ويستمد الجنين الحماية من أنسجة الطور المشيجي التي تنمو لتحيط به في شكل قلافة Involucre تغلف النصف الأول من الصماد، وبعد فترة يخترق صماد الطور الجرثومي أنسجة الطور المشيجي، وعند نضجه يكون أسطواني الشكل يمتد رأسيا لعدة سنتيمترات (شكل ٥–١١).

الطور الجرثومي

يتكون الطور الجرثومي داخل الطور المشيجي ويبقى متصلا به ليعيش على أنقاضه ولكنه لا يعتمد عليه في الحصول على الغذاء. يتكون الطور الجرثومي من الصماد والقدم ومنطقة وسطى من خلايا إنشائية، يتكون الصماد من عويمد Columella يتكون من نسيج بارنشيمي عقيم يمتد طوليا في وسط الصماد، يحيط به نسيج يسمى النسيج المولد للجراثيم يتميز إلى خلايا والدة للجراثيم تنقسم اختزاليا لتكوين أربعة جراثيم، وخلايا تسمى أليترات كاذبة تستهلك في تغذية الجراثيم أثناء نضجها، يغلف الصماد جدار عديد الطبقات يتكون طبقة داخلية تنشأ منها خلايا النسيج المولد للجراثيم وطبقة خارجية من خلايا بارنشيمية بها بلاستيدات خضراء قليلة العدد وتغطيها طبقة من الكيوتين ويوجد بينها مسافات بينية واسعة كما تتخللها ثغور تشبه ثغور النباتات الراقية (شكل ٥–١٢). وعندما تنضج الجراثيم الموجودة عند قمة الصماد يتفتح الصماد بمصراعين ينثنيا للخلف ليسمحا للجراثيم الناضجة بالانتشار ويزداد تفتح

المصراعين كلما نضجت جراثيم أخرى، وعند سقوط الجراثيم على وسط ملائم تنمو لتعطى نباتات مشيجية جديدة.

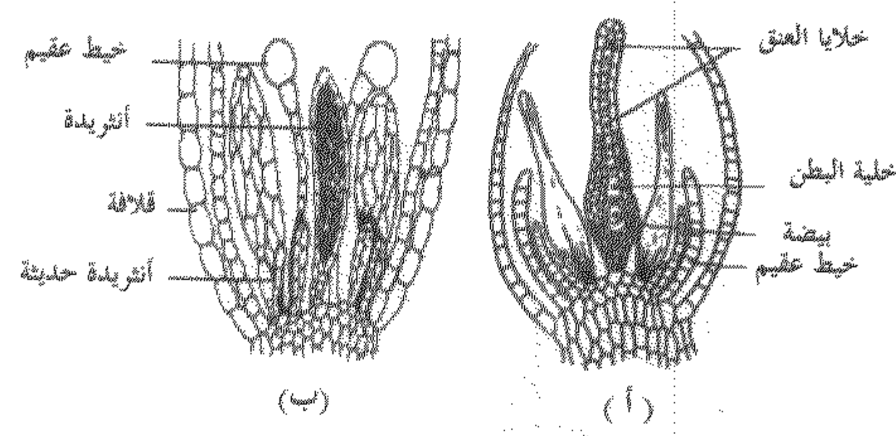


شكل ٥-١٢: قطاع طولى فى الطور الجرثومى على أنقاض الطور المشيجى (أ) ولقطاع طولى (ب)، وقطاع عرضى (جـ) فى الصماد.

ثالثا: قسم النباتات الحزازية القائمة

النباتات الحزازية القائمة أكثر شيوعا من الحزازيات المنبطحة في المناطق الرطبة المطيرة من اليابسة وهي كالحزازيات المنبطحة يسود دورة حياتها الطور المشيجي ولكن النبات المشيجي للنباتات القائمة يتكون من جذور وساق وأوراق بسيطة وتتميز بالصفات العامة التالية:-

١- يتميز النبات المشيجي إلى مرحلتين هما مرحلة الخيط الأولى Protonema أو البروتونيما وهو نبات ثالوسي بسيط أو خيطي كثير التفرع يعيش على سطح التربة وتخرج منه أشباه جذور عديدة الخلايا ويوجد بالخيط البسيط برعماً واحداً بينما يوجد في البروتونيما الخيطية براعم عديدة، كما يعطي الخيط الأولى بصيلات عديدة الخلايا يمكنها مقاومة الظروف البيئية الصعبة. وتنمو البراعم لتعطي المرحلة الثانية للنبات المشيجي والتي تسمى مرحلة الحامل المشيجي وهو نبات خضرى بسيط يتكون من أشباه جذور وساق وأوراق ليس بها أنسجة وعائية يحمل أعضاء التكاثر على جزء مفلطح عند قمة الساق يحيط بها مجموعة من الأوراق بما يعطيها المظهر العام للزهرة وتسمى الزهرة الحزازية Moss flower (شكل ٥-١٣)، وقد توجد الأنثريدات والأرشيجونات على نفس الزهرة أو في أزهار مختلفة وقد تكون النباتات أحادية أو ثنائية المسكن.



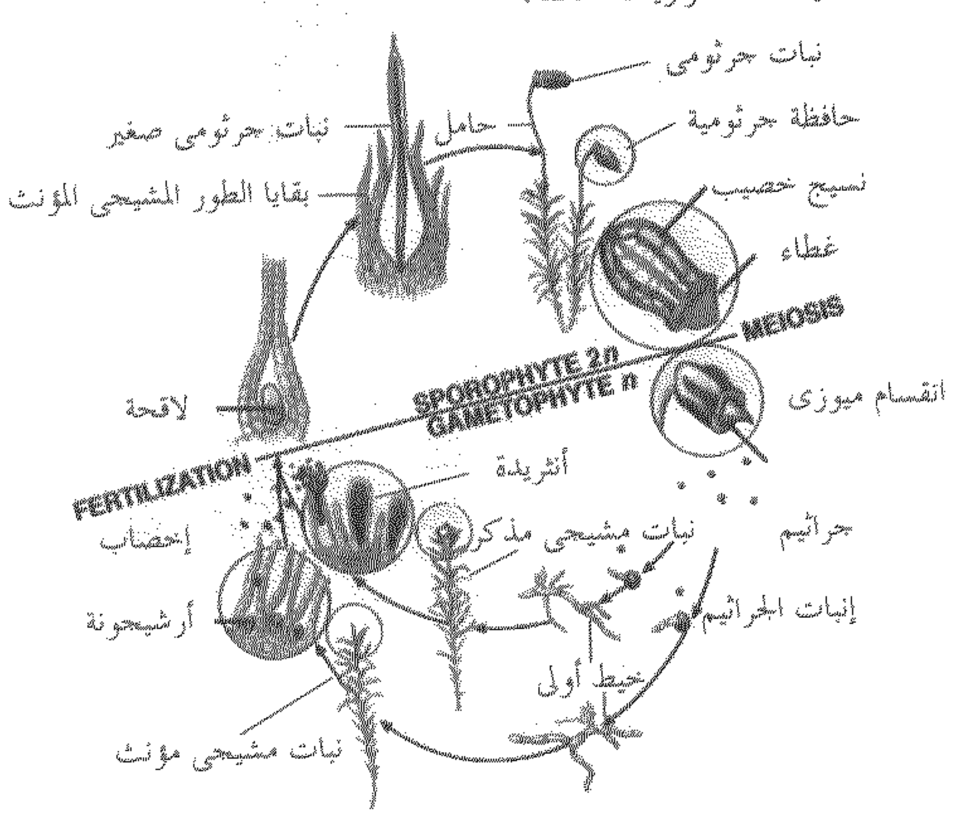
شكل ٥-١٣: رسم تخطيطي للأزهار الحزازية المؤنثة (أ) والمذكرة (ب).

٢- التكاثر الخضرى هو الوسيلة الأساسية للتكاثر فى الحزازيات القائمة ويتم بعدة طرق هى: تكوين الجيمات على أشباه الجذور أو الأوراق وتجزؤ البروتونيما وتكوين أفرع سهلة الانفصال أو تكوين بروتونيما ثانوية عند جفاف النبات المشيجى.

٣- التكاثر الجنسى أقل شيوعا من التكاثر الخضرى بل أن الكثير من الحزازيات القائمة لم يستدل بها بعد على وجود طور جرثومى. وقد يتكون الطور الجرثومى دون تكوين جاميطات نتيجة نمو أى جزء من النبات المشيجى ليعطى حامل وصماد تشبه الطور الجرثومى إلا أن خلاياه وحيدة المجموعة الكروموسومية تفشل فى تكوين جراثيم.

٤- الطور الجرثومى أكثر تعضيا من مثيله فى الحزازيات المنبطحة تزداد به نسبة الأنسجة العقيمة وتوجد به آلية أكثر إحكاما من الناثرات لانتشار الجراثيم

ولكنه بسيط لا يتعدى فى تركيبه القدم والحامل والصماد وينمو متصلا بالنبات المشيجى. وعند نضج الجراثيم تنتشر عند الظروف المناسبة لتكوين خيوط أولية تنمو إلى نباتات مشيجية جديدة. ويوضح شكل ٥-١٤ رسما تخطيطيا لدورة حياة أحد الحزازيات القائمة.



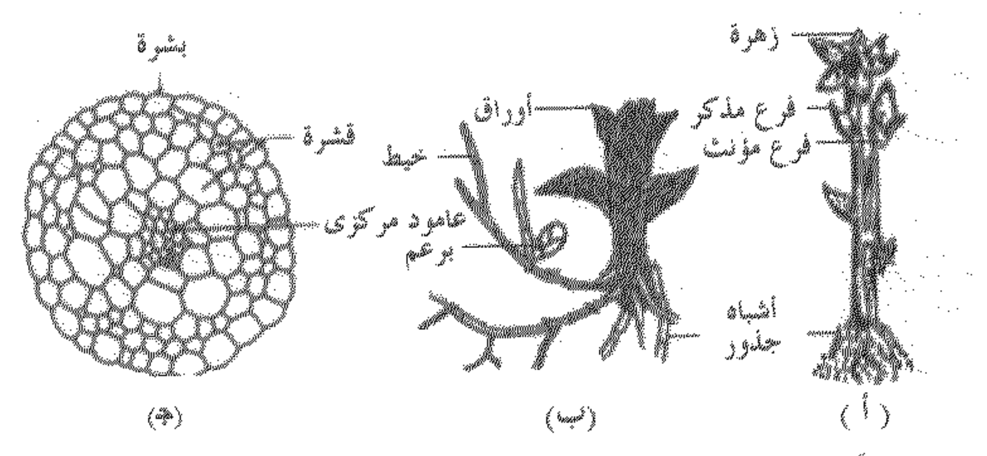
شكل ٥-١٤: رسم تخطيطى لدورة الحزازيات القائمة.

يتم تقسيم الحزازيات القائمة إلى طوائف أكثرها انتشارا طائفة المنيونوبسيدات Mnionopsida التي تضم الفصيلة الفيونارية Funariaceae التي ينتمي إليها جنس الفيوناريا *Funaria* وطائفة السفاجنوبسيدات Sphagnopsida التي تضم الفصيلة الاسفاجنية Sphagnaceae وينتمي إليها جنس الإسفاجنوم *Sphagnum* وهو من الحزازيات ذات القيمة الاقتصادية حيث يضاف إلى التربة الرملية لزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء. وسوف نتناول وصف دورة حياة الفيوناريا والاسفاجنوم.

الفيوناريا

النبات المشيجي

الفيوناريا جنس واسع الانتشار يضم العديد من الأنواع التي تعيش في الأماكن الرطبة الظليلة وتنمو متكاثفة على سطح الأرض، ويمثل الطور المشيجي الطور السائد في دورة الحياة. يتكون النبات المشيجي للفيوناريا من ساق قائمة وأراق تنتظم حلزونيا في ثلاث صفوف على الساق تتركب من صف واحد من الخلايا ولها عرق وسطي ويثبت النبات نفسه في التربة بواسطة أشباه جذور تنشأ من قاعدة الساق (شكل ٥-١٤). يتميز الساق تركيبيا إلى ثلاث مناطق طبقة خارجية تسمى البشرة تليها طبقة من عدة صفوف من الخلايا تسمى القشرة وعامود مركزي في الوسط يتكون من خلايا صغيرة رقيقة الجدر لا تتميز إلى خشب ولحاء (شكل ٥-١٤).



شكل٥-١٤: الشكل الظاهرى للنبات المشيجى للفيوناريا (أ) ومنظر مكبر للجزء الأسفل منه (ب) وقطاع عرضى فى الساق (جـ).

يحمل النبات المشيجى أعضاء التكاثر (الأزهار الجزازية) عند طرف الساق أو أحد الأفرع الجانبية على جزء منتفخ يسمى التخت Receptacle. والنباتات فى أغلب أنواع الفيوناريا ثنائية المسكن ولكن بعض الأنواع أحادية المسكن، كما تحمل بعض لأنواع الفيوناريا أزهاراً خنثى تحتوى على أنثريدات وأرشيجونات، وتحيط بالأعضاء الجنسية فى الزهرة الجزازية للفيوناريا خيوط عقيمة تسمى القلافة Involucre يتكون كل خيط من صف واحد من خلايا تحتوى على بلاستيدات خضراء، كما تنتشر بين الأنثريدات والأرشيجونات خيوط عقيمة Paraphysis تنتهى بخلايا منتفخة (شكل ٥-١٤).

التكاثر ودورة الحياة

التكاثر الخضرى

يتكاثر النبات المشيجى خضريا بانفصال أفرع جانبية ينمو كل منها إلى نبات جديد وهو الوسيلة الأساسية للتكاثر فى الفيوناريا كما فى الحزازيات القائمة الأخرى.

التكاثر الجنسى

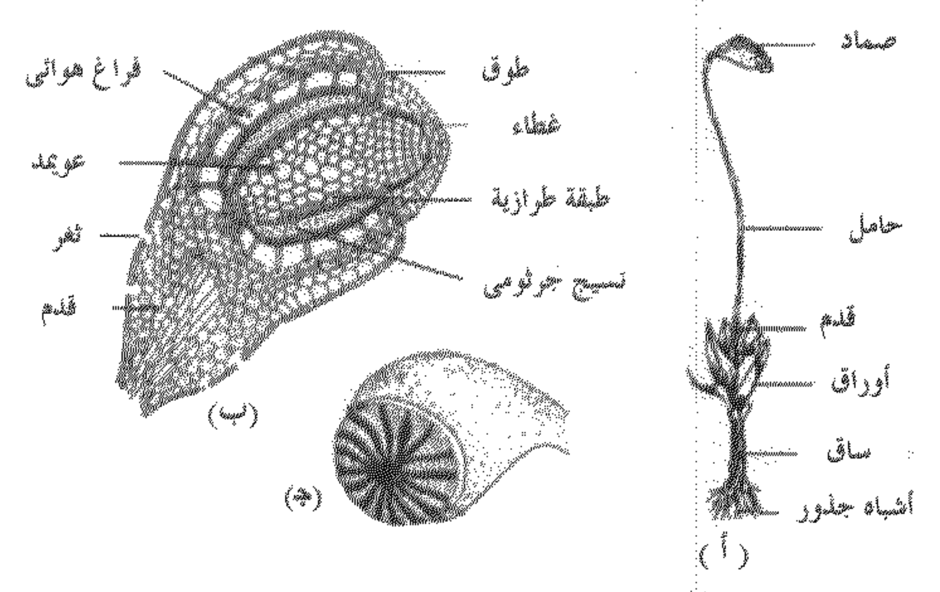
تحمل الأزهار المذكرة فى الفيوناريا أنثريدات صولجانية الشكل ذات أعناق قصيرة وتحتوى الأنثريدة الناضجة على خلايا والدة للسابحات الذكرية تنتج سابحات معكوفة الشكل لها سوطين. أما الزهرة المؤنثة فتحتوى على أرشيجونات ذات أعناق طويلة تحتوى على عدد كبير من خلايا العنق. يحدث الإخصاب فى الماء وذلك بدخول السابحات الذكرية الأرشيجونة من خلال قناة العنق وتقوم إحدى السابحات الذكرية بتلقيح البيضة لتكوين اللاقحة. تنقسم اللاقحة انقسامات عديدة لتكوين جنين اسطوانى الشكل يحيط نفسه بجدار رقيق ويقوم الجزء الأسفل منها بثقب قاعدة الأرشيجونة للحصول على الغذاء من قمة النبات المشيجى. وباستمرار نمو الجنين يضغط جداره على جدار الأرشيجونة فيتمزق الأخير ليحل محله غطاء يسمى القلنسوة Calyptra سرعان ما يسقط ليستمر الجنين إلى نبات جرثومى. ينمو النبات الجرثومى معتمدا على النبات المشيجى ولكن سرعان ما يتحول لونه إلى الأخضر ليعتمد جزئيا على نفسه من خلال القيام بعملية البناء الضوئى.

النبات الجرثومي

يتميز النبات الجرثومي للفيوناريا إلى ثلاث أجزاء هي القدم والعنق والعلبة (الصماد)، يعمل القدم على تثبيت النبات الجرثومي على النبات المشيجي ويقوم العنق بتوصيل الغذاء من القدم إلى العلبة، أما العلبة فهي الجزء الذي يحتوى على النسيج الخصيب المنتج للجراثيم غير الجنسية. ويبين الفحص المجهري لقطاع طولي في الصماد أن الجزء العلوي منها يوجد به النسيج الخصيب في شكل اسطوانة يتوسطها نسيج مصمت يسمى العويمد Columella يغلفه النسيج الجرثومي Archesporium الذي تحده من الداخل والخارج نسيج مغذى يسمى الطبقة الطرازية Tapetal layer يتم استهلاكها لأنها تقوم بتغذية النسيج الجرثومي أثناء تكوين الجراثيم. وفيما بين الطبقة الخارجية للعويمد والجدار الخارجي للصماد يوجد فراغ هوائي تتخلله خيوط من خلايا خضراء، أما الجزء الأسفل من الصماد فيتكون من نسيج تمثيلي يسمى الأبوفيس Apophysis يتكون من خلايا بارنشيمية تحوى بلاستيدات خضراء ويوجد بينها بينها مسافات بينية، وعند قمة الصماد يوجد غطاء قبوى الشكل Operculum تحت حافته حلقة من خلايا رقيقة الجدر تسمى الطوق Annulus، وتبدو تحت الغطاء طبقة تتكون من أسنان مثلثة الشكل تسمى الأسنان البريستومية Peristome teeth عددها ٣٢ تترتب في شكل قرص من صفين يتكون كل منهما من ١٦ سنة تتجه أطرافها المدببة نحو مركز القرص وتتميز بتغلظ جدرها الخارجية.

يتم تكوين الجراثيم بانقسام خلايا النسيج الجرثومي انقسام ميوزى لتكوين جراثيم أحادية المجموعة الكروموسومية، وعند نضج الجراثيم تجف خلايا الطوق وتتحلل فيسقط

الغطاء ومن ثم تتعرض الأسنان البريستومية للعوامل المناخية، حيث تتقلص الجدر الخارجية للأسنان البريستومية فى الجو الجاف فتنثنى الأسنان إلى أعلى مما يسبب تباعد قممها مما يؤدى إلى تفتح الصماد وانتشار الجراثيم عن طريق الرياح. وعند سقوط الجراثيم على وسط مناسب تنبت لتكوين خيط أولى متعدد الخلايا متفرع توجد به براعم تنشأ منها نباتات مشيجية جديدة. ويوضح شكل ٥-١٥ الشكل الظاهرى للنبات الجرثومى محمولا على النبات المشيجى وتركيب صماد الطور الجرثومى والأسنان البرستومية.



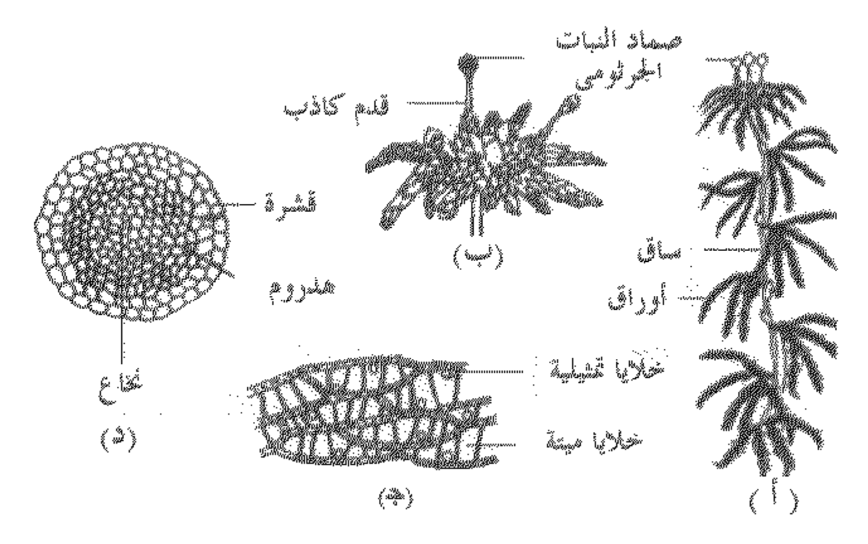
شكل ٥-١٥: رسم تخطيطى للنبات الجرثومى للفيوناريا محمولا على النبات المشيجى (أ) وقطاع طولى يوضح تركيب الصماد (ب) والأسنان البرستومية (جـ).

السفاجنوم

النبات المشيجى

السفاجنوم هو الجنس الوحيد الذى يتبع الفصيلة السفاجنية يضم كثير من الأنواع المائية واسعة الانتشار تنمو فى البرك والمستنقعات وفى الأماكن الرطبة المشبعة بالماء مرتفع الحموضة ويمثل الطور المشيجى الطور السائد فى دورة الحياة. يتكون النبات من ساق ورقية قائمة تحمل أفرع جانبية يتراوح عددها بين ٣ و ٨ تتخذ شكل هامة كثيفة عند قمة الساق (شكل ٥-١٦). تتكون الأوراق الحديثة من خلايا متشابهة تحتوى على الكلوروفيل، ولكنها عندما تتقدم فى السن يتميز بها نوعان من الخلايا: الأول شفافة ميتة كبيرة الحجم خالية من الكلوروفيل يغلظ سطحها الداخلى تغلظات لولبية تتخللها ثقوب تفتح للخارج، أما النوع الثانى فهو خلايا صغيرة الحجم تحتوى على الكلوروفيل وتقوم بوظيفة البناء الضوئى.

يتميز ساق السفاجنوم إلى اسطوانة مركزية تسمى الهدروم Hadrome تتكون من خلايا توصيلية مغلظة تحيط نخاع Medulla يتكون من خلايا رقيقة الجدر وتغلفها قشرة خارجية Cortex من خلايا تحتوى على الكلوروفيل (شكل ٥-١٦)، والنبات ثنائى المسكن توجد الأرشيجونات عند قمة الساق الرئيسية فى مجموعات يتراوح عددها بين مجموعة واحدة وخمس مجموعات وتحاط كل مجموعة بأوراق عقيمة بينما توجد الأنثريدات فى أطراف أفرع جانبية وتحيط كل أنثريدة على حده بأوراق خضرية.



شكل ٥–١٦: رسم تخطيطى للشكل الظاهرى للنبات المشيجى للسفاجنوم (أ) وجزء مكبر لقمته حاملة النبات الجرثومى عند (ب)، والتركيب الداخلى للساق (جـ)، والورقة (د)

التكاثر ودورة الحياة

التكاثر الخضرى

يتكاثر النبات المشيجى خضريا بانفصال أفرع جانبية جديدة ينمو كل منها إلى نبات جديد وهو الوسيلة الأساسية للتكاثر فى السفاجنوم كما فى الحزازيات القائمة الأخرى.

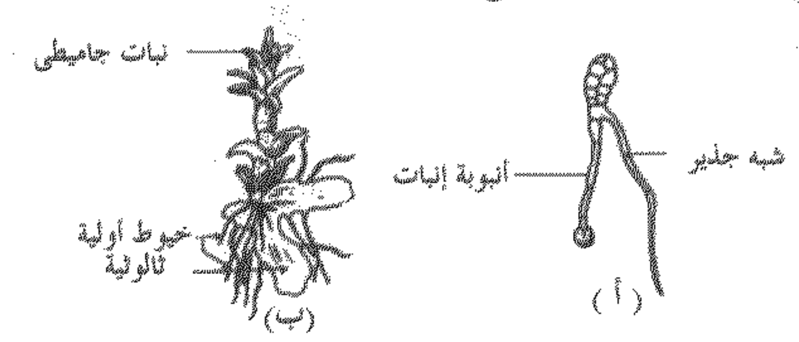
التكاثر الجنسى

تتكون أنثريدات السفاجنوم من جدار عقيم يغلف النسيج المولد للسابحات الذكرية التى تنتج سابحات ذكرية رباعية الأهداب، والأنثريدات الناضجة كروية الشكل لها عنق يفتح بفتحة منتظمة تخرج منها السابحات الذكرية، أما الأرشيجونات

فلها عنق طويل يحوى من ٨ إلى ٩ خلايا عنقية وخلية بطنية وخلية البيضة، يحدث الإخصاب فى الماء ويتم تكوين اللاقحة التى تنقسم عرضيا لتكوين خيط قصير من ٦ إلى ٧ خلايا يتكشف إلى الطور الجرثومى.

الطور الجرثومى

يتكون الطور الجرثومى للسفاجنوم من قدم على شكل بصيلة وحامل مختزل وصماد علوى محمول على قدم كاذب ينمو من النبات المشيجى ويستطيل لحمل النبات عند قمته. يوجد النسيج الجرثومى فى الصماد على شكل قبوة من ٢-٤ طبقات من خلايا خصيبة تعلو نسيج عقيم هو العويمد ويحيط به طبقة مغذية من صف واحد من الخلايا وتغلفه ٥-٧ طبقات من خلايا خضراء بينها فراغات، ويعلو الصماد غطاء ينفصل عنه بواسطة طوق من خلايا رقيقة الجدر وأثناء تكوين الجراثيم تتحلل خلايا العويمد مما يؤدى إلى انطلاق غازات تسبب اندفاع الغطاء مما يساعد على إطلاق الجراثيم وانتشارها لمسافات بعيدة. تنمو الجراثيم إلى أنبوبة إنبات صغيرة تنقسم إلى عدة خلايا ينشأ منها النبات المشيجى دون تكوين خيط أولى متفرع كما فى الفيوناريا (شكل٥-١٧).



شكل ٥-١٧: رسم تخطيطى لإنبات جراثيم السفاجنوم (أ) وتكوين النبات المشيجى (ب).

الفصل الثالث

النباتات التريدية

تضم النباتات التريدية Pteridophyta، والتي تسمى النباتات الوعائية غير البذرية، نباتات كثيرة معاصرة ونباتات منقرضة تعرف بحفرياتها فقط. تعيش النباتات المعاصرة من التريديات في بيئات متنوعة في المناطق المطيرة من العالم وبعضها مائي تعيش طافية أو مغمورة. تتباين النباتات التريدية في الشكل والحجم حيث تتراوح بين نباتات عشبية صغيرة لا يتعدى طولها بضع سنتيمترات إلى أشجار ترتفع إلى عدة أمتار. وبصفة عامة فإن النباتات التريدية تتميز بالصفات التالية:-

١- نباتات أرشيجونية تتميز باحتوائها على أنسجة وعائية توصيلية (خشب ولحاء) لنقل الماء والأملاح والمواد الغذائية إلى جميع أجزاء النبات. إلا أن التريديات تتدرج في مدى تعضي أجسامها ففي بعض التريديات الصغيرة تنمو السيقان على سطح الأرض وتسمى ريزومات تخرج منها أشباه جذور وبعضها لا يوجد بها جذور على الإطلاق ولبعضها أوراق بسيطة لها عرق وسطى غير متفرع. أما التريديات الكبيرة فيكتمل بها التعضي إلى جذور وساق وأوراق كبيرة الحجم ذات عروق وسطية متفرعة وقد تكون الأوراق مركبة ريشية متضاعفة.

٢- على عكس الحزازيات فان الطور الجرثومي هو الذي يسود دورة حياة التريديات، إلا أن مدى سيادة الطور الجرثومي على الطور المشيجي يختلف بين التريديات. فالتريديات البسيطة لا يسود دورة حياتها أي من الطورين فالطور الجرثومي لا

يتكاثر وهو متصل بالطور المشيجى كما أن الطور المشيجى لا يتكاثر جنسيا وهو متصل بالطور الجرثومى. أما التريديات المتعضية فان الطور الجرثومى يسود دورة حياتها بينما يكون النبات المشيجى ثالوس بسيط التركيب ينشأ خارج أو داخل الجراثيم التي ينتجها النبات الجرثومى.

٣- يحمل الطور الجرثومى حوافظ جرثومية كتراكيب خاصة لإنتاج الجراثيم توجد على الأوراق أو عند نهايات الأفرع وقد تتجمع في شكل مخاريط أو توجد في شكل بثرات، وقد تعطى النباتات نوعا واحدا من الجراثيم وتوصف بأنها متماثلة الجراثيم Homosporous أو نوعين من الجراثيم صغيرة الحجم مذكرة Microspores وكبيرة الحجم مؤنثة Megaspores فتسمى متباينة الجراثيم Heterosporous، تنمو الجراثيم الصغيرة لتكوين نباتات مشيجية مذكرة بينما تعطى الجراثيم الكبيرة نباتات مشيجية مؤنثة. ويدل تكوين الطور الجرثومى لنوعين من الجراثيم أن التريديات قد اكتسبت سمات لم تكن في الحزازيات فتكوين نوعين من الجراثيم يعطى فرصة أكبر للتزاوج الخلطى كما أن الجراثيم الصغيرة سهلة الانتشار في الهواء مما يساعد على التكاثر في بيئات جفافية.

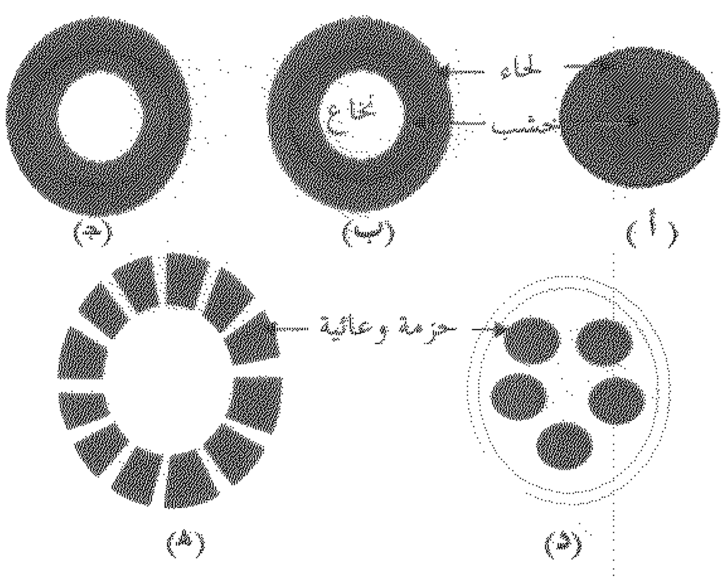
٤- الأنسجة الوعائية من عامود وعائى من الخشب واللحاء يختلف في مدى تعضيه بين أقسام النباتات التريدية وهناك أربعة أنواع رئيسية للعامود الوعائى (شكل٥-١٨):-

أ- العامود الوعائى الأولى Protostele وهو أبسط الأنواع ويتكون من كتلة مصمتة مستديرة أو شعاعية الشكل من لب من نسيج الخشب يحيط به نسيج اللحاء ولا يحتوى على نخاع وقد يوجد الخشب في شكل صفائح متبادلة مع أنسجة اللحاء.

ب- العامود الوعائى النخاعى Siphonostele ويتكون من أسطوانة من الخشب واللحاء تحيط بنخاع من الخلايا البارنشيمية، وقد يكون اللحاء خارجى والخشب داخلى أو قد يوجد اللحاء على جانبى الخشب فيوصف بأنه مزدوج اللحاء.

ت- العامود الوعائى الشبكى أو المجزأ Dictyostele ويتكون من عدد من الحزم الوعائية المنفصلة مرتبة فى حلقة واحدة أو حلقتين تحيط بنخاع مركزى.

ث- العامود الوعائى الحقيقى Eustele وهو أكثر الأعمدة تعضيا ويتكون من حزم وعائية واضحة ومنفصلة بينها بارنشيما بين حزمية تصل بين القشرة والنخاع.



شكل ٥-١٨: رسم توضيحى لأشكال العمود الوعائى فى التريديات:
العمود الوعائى الأولى (أ)، العمود الوعائى النخاعى (ب)،
العمود الوعائى الشبكى (جـ)، العمود الوعائى الحقيقى (د).

تصنف التريديات إلى عدة أقسام استناداً إلى الإختلافات بينها فى الصفات التالية:–

١- مدى تميز النبات الجرثومى إلى جذر وساق وأوراق.

٢- مدى تعضى التركيب التشريحى للنبات ووجود فراغات فى النسيج الوعائى.

٣- نوع الأوراق ونظام ترتيبها على الساق.

٤- شكل الحوافظ الجرثومية ونوع الجراثيم التى تنتجها.

تضم التريديات أربعة أقسام رئيسية يتم التمييز بينها كما يلى:–

١- قسم النباتات السيلوتية Psilotophyta: يضم هذا القسم أبسط النباتات الوعائية تركيبا، فالنباتات الجرثومية تتركب من محور متفرع تفرعاً ثنائياً ينبثق من ريزومة تحت أرضية تخرج منها أشباه جذور ويحمل الحوافظ الجرثومية على أفرع جانبية قصيرة، أما النبات المشيجى فهو أسطوانى الشكل يعيش مترمما تحت سطح الأرض ويعطى سابحات ذكرية متعددة الأهداب.

٢- قسم النباتات الميكروفيللية (صغيرة الأوراق) Microphyllophyta: يضم هذا القسم نباتات حفرية كبيرة الحجم كانت سائدة خلال العصر الكربونى ونباتات معاصرة عشبية صغيرة الحجم لها جذور وأوراق صغيرة فى ترتيب حلزونى على الساق. توجد الحوافظ الجرثومية فرادى على أو فى آباط أوراق تسمى الأوراق الجرثومية وتعطى نوعا واحدا أو نوعين من الجراثيم. وقد تتجمع الأوراق الجرثومية عند أطراف الأفرع أو فى أجزاء خصبة عليها فى شكل مخروط Strobilus، الطور المشيجى بسيط يعيش على أو تحت سطح التربة ويحمل الأعضاء التكاثرية على الجزء العلوى منه والنبات المشيجى ثنائى المسكن.

٣- قسم النباتات المفصلية Arthrophyta (الذيل حصانيات Horsetails) يضم هذا القسم نباتات حفرية ظهرت فى العصر الديفونى وانقرضت فى العصر الترياسى إلا أن بعضها معاصر. تتميز نباتات هذا القسم إلى جذور وساق وأوراق تخرج عند عقد واضحة على الساق فى ترتيب سوارى عند العقد. تتكون الحوافظ الجرثومية على حوامل خاصة تسمى الحوامل الجرثومية Sporangiophores مرتبة فى شكل مخاريط، وتعطى أغلب النباتات المفصلية نوعا واحدا من الجراثيم إلا أن بعض الأنواع متباينة الجراثيم. يتكون الطور المشيجى للنباتات المفصلية خارج الجرثومة وهو ثالوسى بسيط منفصص لا يتجاوز قطره ٣ سم أحادى المسكن يحمل الأرشيجونات بين الفصوص، أما الأنثريدات فتنشأ على حواف الثالوس وتعطى العديد من السابحات الذكرية عديدة الأهداب.

٤- قسم النباتات السرخسية البتيرية Pteriophyta (التريدية Pteridophyta): قسم النباتات البتيرية أكبر أقسام النباتات التريدية وأكثرها عددا وتنوعا. تتميز نباتات هذا القسم إلى جذور وساق وأوراق والعمود الوعائى فى الساق من النوع النخاعى وبه فجوات هوائية والأوراق كبيرة تحمل الكثير من الحوافظ الجرثومية على حافاتها أو السطح السفلى لنصلها وتعطى النباتات جراثيم متشابهة. النبات المشيجى ثالوسى قلبى الشكل تخرج من وسطه والجزء السفلى منه أشباه جذور ويحمل الأعضاء التكاثرية على الجزء السفلى منه.

أولا: قسم النباتات السيلوتية

يضم هذا القسم طائفتين إحداهما تشمل نباتات حفرية هى الطائفة الرينياوية Rhyniopsida والأخرى تضم نباتات معاصرة هى الطائفة السيلوتية Psilotopsida. وسوف ندرس من الطائفة السيلوتية جنس السيلوتم *Psilotum* وهو الجنس الوحيد المعاصر الذى ينتمى إلى الفصيلة السيلوتية Psilotaceae وهى الفصيلة الوحيدة بالطائفة السلوتية Psilotales.

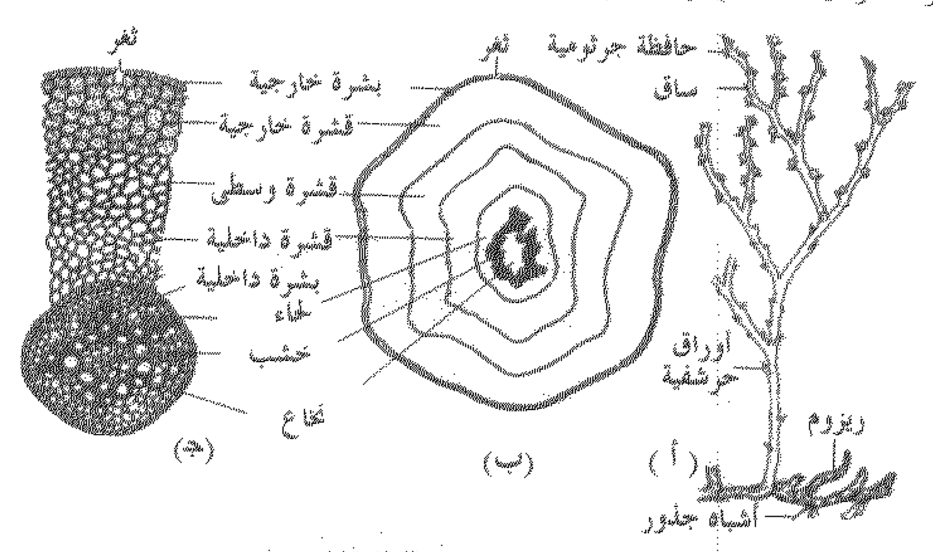
السيلوتم

النبات الجرثومى

يتكون النبات الجرثومى لنبات السيلوتم *Psilotum* من ريزومة تنمو تحت الأرض أو منغمسة فى جذوع الأشجار قريبا من سطح التربة متفرعة تفرعا ثنائيا متكررا. وتخرج من الطبقة الخارجية للريزومة أشباه جذور ويصاحبها فطريات جذرية Mycorrhiza. تنثنى أطراف بعض أفرع الريزومة لتكوين سيقان هوائية خضراء متفرعة تفرعا ثنائيا يصل ارتفاعها إلى ٣٠ سم. وتحمل أوراق حرشفية تسمى الأوراق الأولية Prophylls خالية من الأنسجة الوعائية، وتوجد الحوافظ الجرثومية على أفرع جانبية تسمى الأفرع الخصيبة تتكون من ورقتين وتنتهى بثلاث حوافظ جرثومية عند القمة (شكل ٥-١٩).

الريزومات الصغيرة خالية من الأنسجة الوعائية وتتكون من خلايا بارنشيمية أما الريزومات الكبيرة فهى ذات عمود وعائى أولى مصمت تحيط به طبقة محيطية Pericycle يتبعها صف من الخلايا تسمى البشرة الداخلية Endodermis ثم طبقة

القشرة وهى تتكون من خلايا بارنشيمية تتخللها خيوط فطرية. أما الساق فتحوى عمود وعائى شعاعى غير مغلف بطبقة محيطية ويتوسط القشرة خلايا اسكلرنشيمية مغلظة الجدر ويوجد فى طبقة البارنشيما الخارجية منها بلاستيدات خضراء وتحيط بها بشرة خارجية Epidermis تتكون من صف من الخلايا المتأدمة (شكل ٥-١٩).



شكل ٥-١٩: الشكل الظاهرى للنبات الجرثومى للسيلوتم (أ) وتركيب الساق الداخلى (ب، جـ).

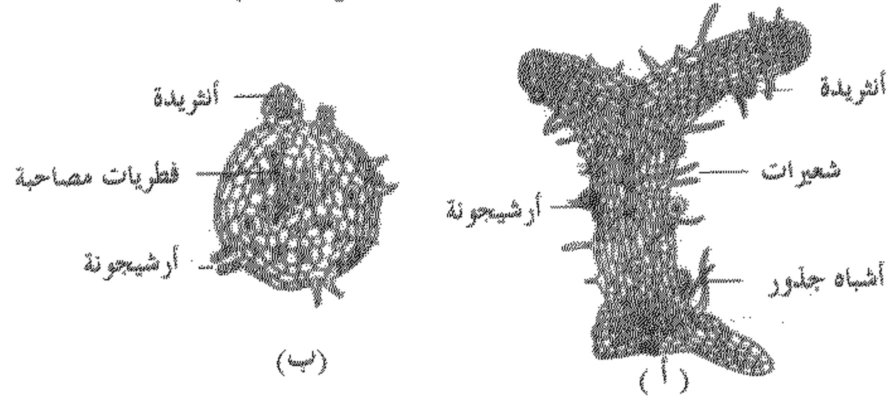
التكاثر ودورة الحياة

تنقسم الخلايا الوالدة للجراثيم فى النبات الجرثومى انقساما ميوزيا لتكوين أمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية تسمى الميوسبورات Meiospores تعطى عند إنباتها نبات مشيجى صغير يحمل الأنثريدات والأرشيجونات على سطحه (شكل ٥-٢٠). تعطى الأنثريدات سابحات ذكرية ثنائية الأهداب تتحرر من فتحة فى قمة الأنثريدة عند نضجها

ويحدث الإخصاب فى السيلوتم بطريقة مشابهة لما يحدث فى الحزازيات. فعند تحرر السابحات الذكرية من الأنثريدات تسبح فى الماء وتخصب إحداها بيضة الأرشيجونة لينشأ جنين الطور الجرثومى داخل الأرشيجونة ويحصل على الغذاء من أنسجة الطور المشيجى المحيطة به. ومع توالى انقسام خلايا جنين النبات الجرثومى تتكشف من أنسجته سيقان هوائية تستطيع القيام بعملية البناء الضوئى تنمو لتكوين نبات كامل.

النبات المشيجى

يعيش النبات المشيجى للسيلوتم تحت سطح التربة وهو أسطوانى به بعض التفرعات الثنائية ويتراوح طوله بين ١٠ و ١٥ مم ومغطى بأشباه جذور تمتص الغذاء من فطريات جذرية مصاحبة له، النبات المشيجى وحيد المسكن يحمل الأنثريدات والأرشيجونات فوق سطحه وتحاط الأنثريدات بطبقة من خلايا خيطية عقيمة كما يحاط عنق الأرشيجونة بخلايا من الطور المشيجى (شكل ٥-٢٠).



شكل ٥-٢٠: رسم توضيحى لنبات السيلوتم المشيجى (أ) وقطاع عرضى به (ب).

ثانيا: قسم النباتات الميكروفيللية (صغيرة الأوراق)

تضم النباتات الميكروفيللية طائفتين هما أجلوسوبسيدا Aglossopsida وجلوسوبسيدا Glossopsida، ونباتات هذا القسم أغلبها منقرضة والقليل منها معاصرة، نباتات الطائفة الأولى عشبية يمتد وجودها من العصر الديفونى حتى العصر الحاضر وتتميز بحوافظ جرثومية جانبية تتجمع بالقرب من أطراف الساق فى شكل مخاريط. تضم هذه الطائفة نباتات عشبية بائدة كانت صغيرة الحجم تتميز بريزومات أرضية ملساء عديمة الأوراق متفرعة ثنائيا أو سيقان زاحفة مغطاة بأوراق كثيفة فى ترتيب سوارى تعطى أفرعا هوائية متفرعة ثنائيا يصل ارتفاعها إلى ٣٠ سم وتحمل أوراق بعضها جرثومية، كما تضم هذه الطائفة نباتات عشبية أو شجيرية معاصرة أشهرها جنس الليكوبوديم *Lycopodium* الذى ينتمى إلى الفصيلة الليكوبودية من رتبة الليكوبودات Lycopodiales.

أما نباتات الطائفة الثانية فأغلبها أشجار بائدة يصل طولها إلى ٤٠ متر ظهرت فى العصر الديفونى وازدهرت فى العصر الكربونى أى منذ حوالى ٢٥٠ مليون سنة واندثرت فى العصر البرمى، أما النباتات المعاصرة من هذه الطائفة فهى أعشاب أشهرها جنس الرصن *Sellaginella* الذى تنتمى إلى الفصيلة الرصنية Sellaginaceae من رتبة الرصنيات Sellaginellales. وسوف نتناول من هذا القسم وصف تركيب ودورة حياة نبات الليكوبوديم من طائفة أجلوسوبسيدا ونبات الرصن من طائفة جلوسوبسيدا.

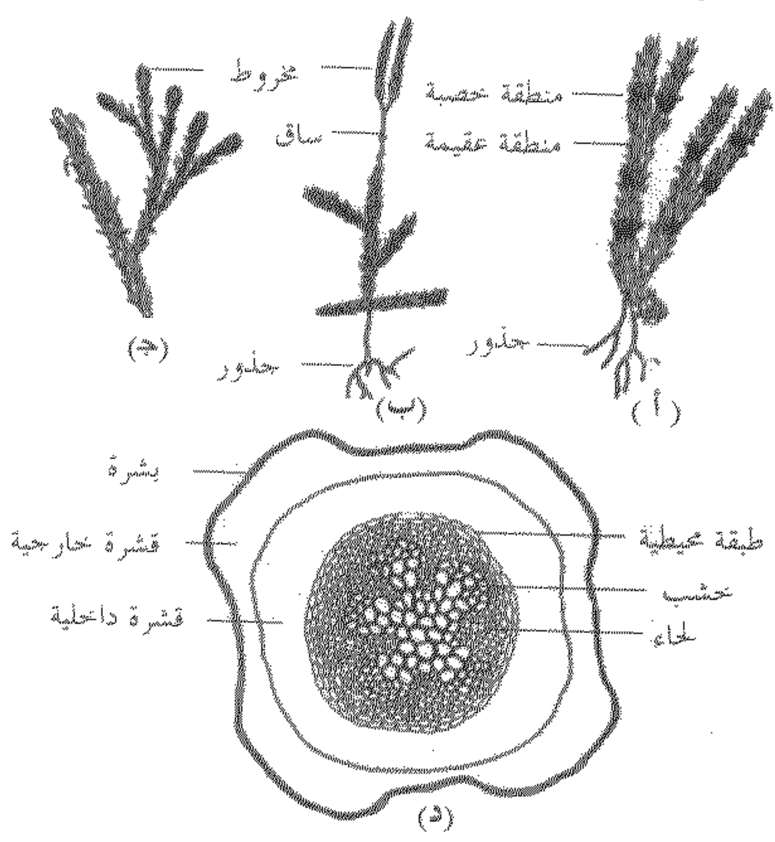
الليكوبوديم

النبات الجرثومى

يضم الليكوبوديم *Lycopodium* نباتات معمرة تعيش فى الغابات المعتدلة وللنباتات ريزومات زاحفة تخرج منها جذور عرضية تحت سطح التربة وسيقان قائمة أو زاحفة فوق سطح التربة. السيقان متفرعة ثنائيا أو جانبيا وتحمل الأفرع أوراق غزيرة جالسة صغيرة الحجم مرتبة حلزونيا تحمل كلها أو بعضها حوافظ جرثومية كلوية الشكل، وتسمى الأوراق التى تحمل الحوافظ الجرثومية بالأوراق الجرثومية Sporophylls وتوجد الحوافظ على سطحها أو فى آباطها أما الأوراق التى لا تحمل حوافظ جرثومية فتعرف بالأوراق الخضرية، وقد تتجمع الأوراق الجرثومية فى شكل مخاريط عند أطراف أفرع الساق أو توجد فى شكل مناطق خصبة Fertile zones متبادلة مع مناطق عقيمة Sterile zones على طول الأفرع.

يوجد اختلاف كبير فى التركيب الداخلى للساق بين الأنواع التى تنتمى إلى جنس الليكوبوديم وكذلك بين الأجزاء المختلفة من نفس النبات، ففى سيقان بعض الأنواع يوجد عامود أولى شعاعى يحتوى على خشب أول خارجى وخشب تالى مركزى ويقع اللحاء فى الأخاديد بين أشعة الخشب، وفى أنواع أخرى يوجد الخشب واللحاء فى مجموعات متبادلة، كما توجد أنواع تكون بها مجموعات الخشب واللحاء مختلطة مع بعضها البعض تفصلها خلايا بارنشيمية، وتتكون مجموعات الخشب من القصيبات فقط ويتكون اللحاء من الأنابيب الغربالية فقط. يحيط بالعامود الوعائى طبقة محيطية تتلوها بشرة داخلية ثم قشرة واسعة تشمل طبقة داخلية وطبقة خارجية

من خلايا مغلظة الجدر وطبقة وسطى رقيقة الجدر ويحاط الساق من الخارج ببشرة خارجية مغطاة بأدمة، ويتشابه التركيب للجذر مع تركيب الساق فى كثير من أنواع الليكوبوديم (شكل ٥-٢١).



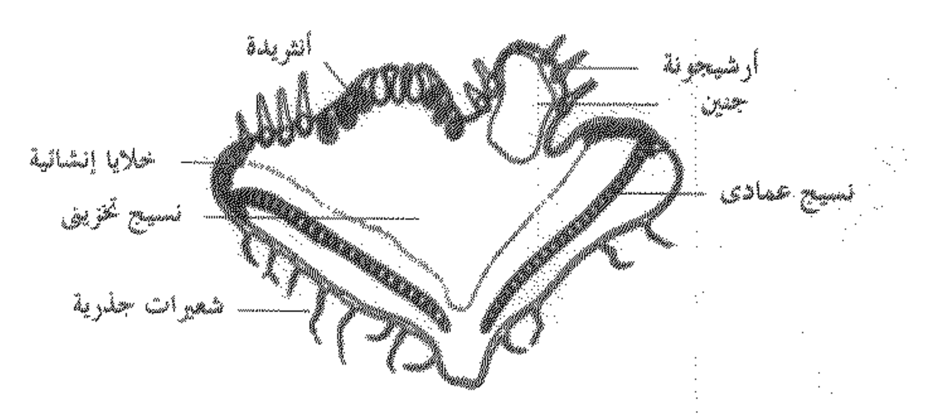
شكل ٥-٢١: رسم توضيحى للشكل الظاهرى للطور الجرثومى لأنواع مختلفة من الليكوبوديم (أ - جـ) وللتركيب التشريحى للساق (د).

التكاثر ودورة الحياة

يتكاثر النبات الجرثومى لبعض أنواع الليكوبوديم خضريا بواسطة بصيلات Bulbils وهى أفرع سيقان تحمل أوراق صغيرة تنمو إلى نباتات جديدة عند انفصالها عن الساق، كما يتكاثر بواسطة الجراثيم التى تتكون داخل الحوافظ الجرثومية وتتحرر عن طريق شق مستعرض فى جدار الحافظة. تتكون الحافظة الجرثومية من جدار خارجى عديد الطبقات يبطنها من الداخل طبقة طرازية مغذية تحيط بالنسيج الخصيب الذى يتكون من الخلايا الوالدة للجراثيم. ويعطى الليكوبوديم نوعاً واحداً من الجراثيم تنمو لتكوين النبات المشيجى مباشرا بعد انتشارها أو قد تمر بمرحلة كمون قد تصل إلى عدة سنوات.

النبات المشيجى

النبات المشيجى فى الليكوبوديم ثالوسى بسيط التركيب أحادى المسكن يعيش على سطح التربة أو تحت سطحها، والنباتات التى تعيش فوق سطح التربة خضراء اللون ذاتية التغذية أما النباتات التى تعيش تحت سطح التربة فتعتمد فى تغذيتها على فطريات جذرية مصاحبة، وقد يتكون النبات المشيجى من جزء تحت الأرض يعيش متكافلا مع الفطريات الجذرية وجزء فوق سطحها أخضر اللون، يرسل شعيرات جذرية ماصة وأفرع طرفية خصبة. والنبات المشيجى معمر قد يعيش لعدة سنوات ويحمل الأنثريدات والأرشيجونات على الجزء العلوى منه (شكل٥–٢٢). وبعد الاخصاب يتكون الزيجوت داخل الأرشيجونة، ويستمر جنين النبات الجرثومى متصلا بالنبات المشيجى ليستمد منه بعض الغذاء حتى تتكون الأوراق والجذور.

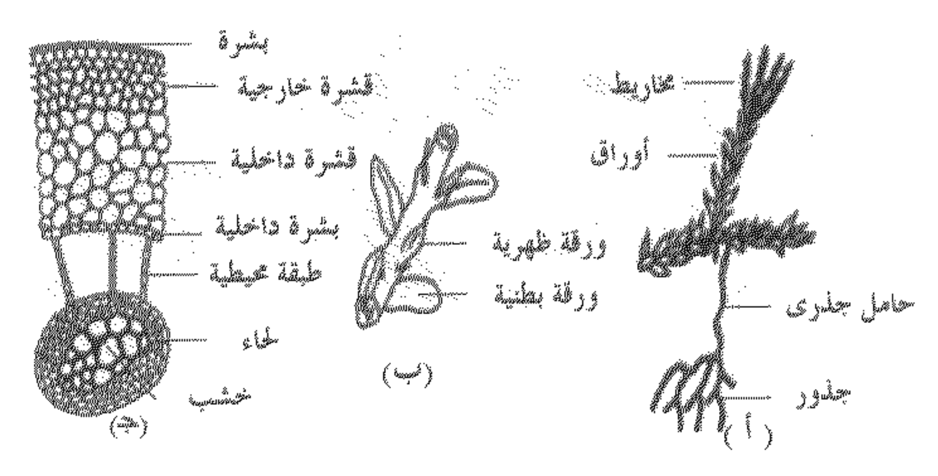


شكل ٥-٢٢: رسم توضيحي للنبات المشيجي لنبات الليكوبوديم.

الرصن

النبات الجرثومي

الرصن *Sellaginella* هو الجنس الوحيد المعاصر من رتبة الرصنيات التي تضم نباتات عشبية تشبه الليكوبوديم ولكنها متباينة الجراثيم لسينية الأوراق. يتكون النبات الجرثومي من ساق قائمة تحمل أوراق صغيرة. توجد عند قاعدة الساق جذع قصير عديم الأوراق يعرف بالحامل الجذري Rhizophore تتفرع منه الجذور تحت سطح التربة، وتنمو من الساق أفرع رأسية تحمل في أطرافها مخاريط تتكون من أوراق جرثومية متساوية الحجم مرتبة في صفوف وتحمل الحوافظ الجرثومية في إبطها، ويوجد بين الحافظة الجرثومية والورقة زائدة تسمى اللسين Ligule، داخليا يتكون الساق من بشرة خارجية يليها قشرة واسعة تنتهي إلى الداخل ببشرة داخلية يليها طبقة محيطية تتكون من صفوف من خلايا تفصلها فراغات هوائية وتغلف عامود وعائي مركزي (شكل ٥-٢٣).



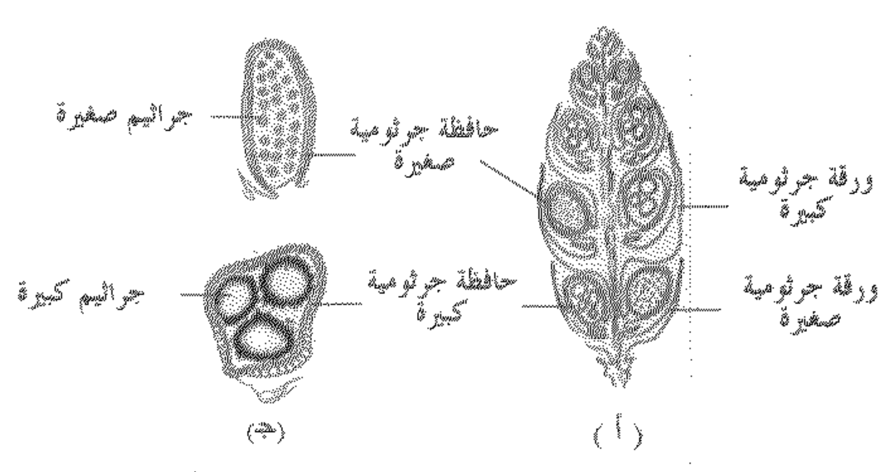
شكل ٥-٢٣: رسم توضيحي للشكل الظاهرى للطور الجرثومى لنبات الرصن (أ) والجزء مكبر من الساق (ب) ولقطاع عرضى فى الساق (جـ).

التكاثر ودورة الحياة

يتكاثر النبات الجرثومى للرصن بتكوين جراثيم تتكون فى حوافظ جرثومية متراصة طوليا على محور المخروط وتغلفها أوراق خضرية، ويوجد فى الرصن نوعين من الحوافظ الجرثومية، صغيرة Microsporangia تعطى عند الانقسام الميوزى لخلاياها الوالدة للجراثيم عدد كبير من جراثيم صغيرة Microspores وحوافظ كبيرة Megasporangia تتحلل خلاياها الوالدة للجراثيم إلا واحدة تنقسم لتعطى أربعة جراثيم كبيرة Megaspores. عندما تتحرر الجراثيم الصغيرة وتسقط على الأرض فى ظروف مناسبة تنبت وتنمو إلى ثالوس مشيجى ذكرى Male protothallus يتكون من خلية خضرية واحدة Vegetative cell وأنثريدة واحدة ذات جدار عقيم يحيط بالخلايا الوالدة للسابحات الذكرية التى تنقسم لتعطى سابحات ذات سوطين، أما الجراثيم الكبيرة

فتنمو فى الظروف المناسبة لتعطى ثالوس أولى مؤنث Female protothallus يتميز طرفه العلوى إلى النبات المشيجى المؤنث يبرز إلى الخارج قليلا من الطرف الأمامى أما الجزء السفلى فهو نسيج يختزن المواد اللازمة لتغذية الجنين وتخرج منه أشباه جذور وحيدة الخلية (شكل ٥-٢٤).

يحدث الإخصاب فى الرصن داخل الكيس الجرثومى أو بعد سقوط الجراثيم وتنقسم اللاقحة إلى خليتين تتحول العليا منهما إلى معلق والسفلى إلى جنين أولى، ثم يستطيل المعلق ليدفع الجنين داخل النسيج المغذى ليتميز إلى ساق يحمل ورقتين أوليتين وقدم وجذير وعندما يكبر الجنين تتكون أوراق خضرية لتحل محل الأوراق الأولية وجذور لتحل محل الجذيرات. عندئذ ينفصل النبات الجرثومى الصغير عن الجرثومة الكبيرة وينمو معتمدا على نفسه فى تصنيع الغذاء العضوى اللازم لنموه



شكل ٥-٢٤: قطاع طولى فى مخروط الرصن (أ)، وللحافظة الجرثومية الصغيرة (ب) والكبيرة (جـ).

ثالثا قسم النباتات المفصلية

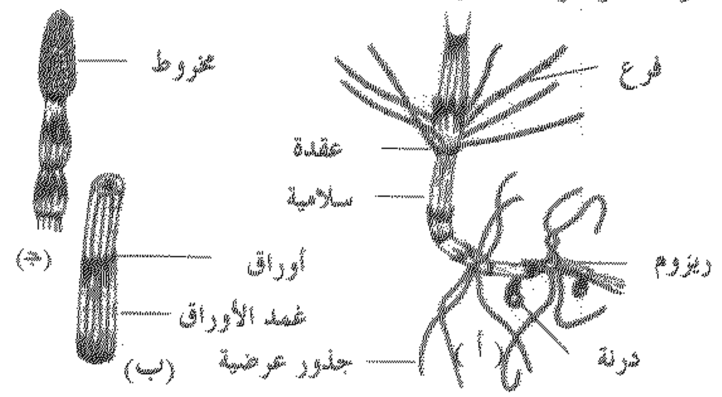
تضم نباتات هذا القسم عدة رتب منها رتبة السفينوفيلالات Sphenophyllales ورتبة الكلاميتالات Calamitales ورتبة الذيل حصانيات Equisetales، نباتات الرتبة الأولى حفرية بائدة ظهرت في العصر الديفوني العلوي وانقرضت في العصر الترياسي العلوي وكانت كلها نباتات عشبية صغيرة ذات سيقان ضعيفة وأوراق سوارية (محيطية)، وتضم الرتبة الثانية نباتات حفرية وصلت أوج ازدهارها خلال العصر الكربوني العلوي ولكنها اختفت بقدوم العصر البرمي وكانت أشجار يصل طولها إلى ٣٠ متر وقطرها ٣٠ سم ولها ريزومات أرضية ينبثق منها جذور وسيقان مقسمة إلى عقد وسلاميات تخرج منها أوراق محيطية عددها ٤-٦ مثلثة أو شريطية الشكل، أما رتبة الذيل حصانيات فتضم جنس معاصر وحيد هو ذيل الحصان *Equisetum*.

ذيل الحصان

النبات الجرثومي

تنتشر النباتات التابعة لجنس ذيل الحصان *Equisetum* في معظم أنحاء العالم، وهي نباتات معمرة بعضها أشجار يصل طولها إلى ١٢ متر، ولكن أغلبها أعشاب لا يبلغ طولها متر واحد. وللنباتات ريزومات أرضية عميقة متفرعة ومقسمة إلى عقد وسلاميات تخرج منها عند العقد جذور عرضية سوارية وأحيانا درنات، كما تنبثق منها إلى أعلى سيقان هوائية مضلعة تمثل زوايا أضلاعها ارتفاعات Ridges توجد بينها أخاديد Grooves، والسيقان غير متفرعة أو تخرج منها أفرع عند العقد قد تحمل المخاريط عند قمتها وقد

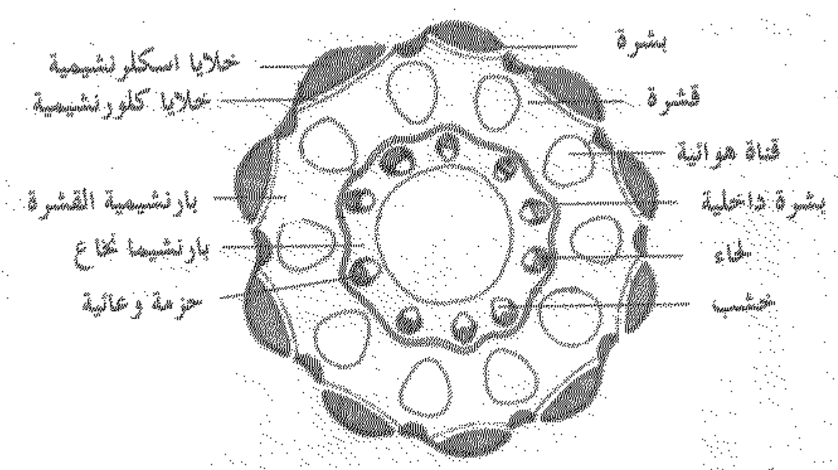
توجد المخاريط عند أطراف سيقان أو فروع متخصصة لحمل أعضاء التكاثر. والأوراق سوارية صغيرة ملتحمة القواعد فى شكل طوق يحيط بالساق والأفرع عند العقد وتكون الأوراق الصغيرة خضراء ولكنها سرعان ما تتحول إلى حراشيف (شكل ٥-٢٥).



شكل ٥-٢٥: الشكل الظاهرى للجزء الأسفل من الطور الجرثومى لذيل الحصان (أ)، وجزء مكبر لعقدة من الساق (ب) وللجزء العلوى من الساق والمخروط (جـ).

التركيب الداخلى للساق

يتميز التركيب الداخلى لسيقان ذيل الحصان إلى بشرة خارجية وقشرة وعمود وعائى نخاعى يتكون من حزم وعائية جانبية داخلية الخشب تحيط بنخاع من خلايا بارنشيمية يتوسطه تجويف نخاعى. تتكون القشرة من طبقتين: الخارجية ضيقة وتتكون من مناطق من خلايا اسكلرنشيمية مغلظة الجدر مقابلة لزوايا (ارتفاعات) الساق متبادلة مع مناطق من خلايا بارنشيمية تحتوى على بلاستيدات خضراء مقابلة لأخاديد الساق، أما الطبقة الداخلية فهى واسعة وتتكون من خلايا بارنشيمية توجد بها فراغات هوائية مقابلة لمناطق الخلايا التمثيلية، ويفصل القشرة عن العامود الوعائى طبقة القشرة الداخلية (شكل ٥-٢٦).



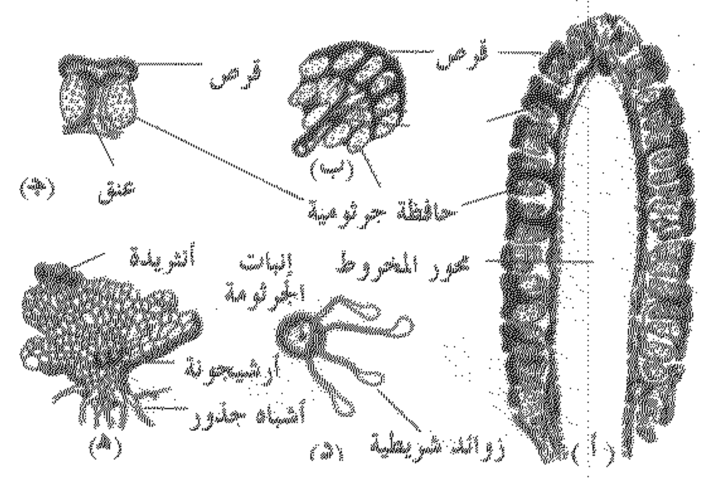
شكل ٥-٢٦: رسم تخطيطي للتركيب التشريحي لساق ذيل الحصان.

التكاثر ودورة الحياة

يتكاثر نبات ذيل الحصان خضريا بنمو أجزاء من الريزوم كما يتكاثر بالجراثيم التي تتكون داخل حوافظ جرثومية مستطيلة الشكل مرتبة في مخاريط وتشبه في تركيبها الداخلي الحوافظ الجرثومية للرصن، أى من جدار متعدد الطبقات يتلوه طبقة طرازية تحيط بالخلايا الوالدة للجراثيم. تتراص الحوافظ الجرثومية على حامل يتصل بمحور المخروط ويحمل قرص تستقر عند حافته الداخلية الحوافظ الجرثومية (شكل ٥-٢٧)، وعندما تنضج الحوافظ تتفتت بعض الخلايا الوالدة للجراثيم وتنقسم الخلايا الأخرى ميوزيا لتكوين الجراثيم التي تنطلق من شق طولي في الحافظة، وعند تحرر الجراثيم تخرج من كل منها أربعة زوائد شريطية تساعدها على الانتشار وعند سقوطها في بيئة مناسبة تنبت وتنمو لتكوين النبات المشيجي.

النبات المشيجي

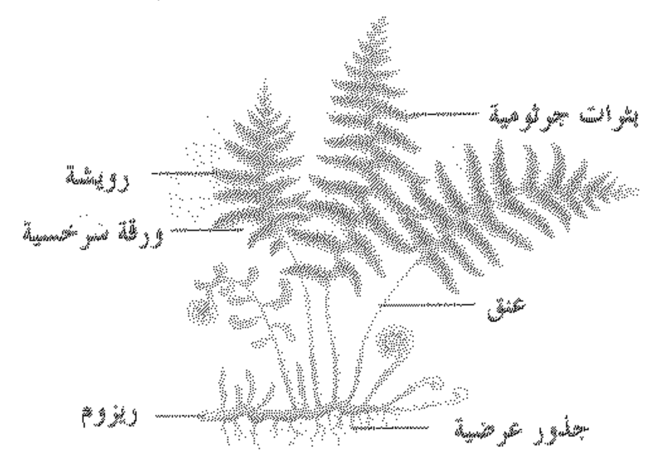
النبات المشيجي ثالوس منبسط ذاتي التغذية تخرج من سطحه البطني أشباه جذور وتتكون على سطحه الظهري الأنثريدات والأرشيجونات (شكل٥-٢٧). تنطلق من الأنثريدات سابحات ذكرية عديدة الأسواط يخصب أحدها بيضة الأرشيجونة ثم تتكشف اللاقحة لتكوين جنين النبات الجرثومي الذي يعتمد على النبات المشيجي في الحصول على احتياجاته الغذائية وقد يتكون أكثر من نبات جرثومي على نبات مشيجي واحد، تخرج من خلايا الجنين ريزومات أرضية تنبثق منها الجذور والسيقان التي تستمر في النمو لتكوين النبات الجرثومي.



شكل ٥-٢٧: قطاع طولي في مخروط ذيل الحصان (أ)، والجزء مكبر للحوافظ الجرثومية (ب، جـ)، ولإنبات الجراثيم (د)، وللشكل الظاهري للنبات المشيجي (هـ).

رابعا: قسم النباتات البتيرية (السرخسية)

قسم النباتات البتيرية هو أكبر أقسام النباتات التريدية وأكثرها عددا وتنوعا إذ يصل عدد أنواعها المعاصرة حوالى عشرة آلاف، كما أنها أوسعها انتشاراً وأعلاها مرتبة. يختلف الشكل الظاهرى للنباتات الجرثومية فقد يكون عشبيا أو شجيريا أو شجريا، كما تضم بعض النباتات المائية، أوراق النباتات كبيرة تسمى الأوراق السرخسية أو الدرونات Fronds تتكون من حامل يتكون من جزء قاعدى يسمى العنق Stipe وجزء علوى يسمى الحامل أو المحور Rachis، يتفرع إلى محاور ثانوية تحمل نصل بسيط أو مركب يتكون من وريقات تسمى الرويشات Pinnules تحمل الحوافظ الجرثومية عند حوافها فى تجمعات تسمى البثرات Sori (مفردها Sorus)، وقد تكون البثرات بسيطة ليس لها أغطية أو قد يكون لها غطاء يبرز من نصل الورقة أو يكون بمجرد انثناء لحافة الرويشات (شكل ٥–٢٨). التركيب الوعائى للسراخس يتراوح بين عمود وعائى أولى بسيط إلى عمود وعائى مجزأ أو معقد التركيب.



شكل ٥–٢٨: الشكل الظاهرى للطور الجرثومى لنباتات السرخسية.

يصنف قسم النباتات البتيرية إلى عدة طوائف منها طائفة السينوبتروبسيدا Coenopteropsida وهى سراخس أولية تضم نباتات حفرية امتد وجودها من العصر الديفونى العلوى إلى العصر البرمى، وطائفة اليوسبورانجيوبسيدا (ذات الجراثيم الحقيقية) Eusporangiopsida وتضم نباتات منقرضة كبيرة الحجم وأعشاب معاصرة يبلغ عددها ٨٠ نوع تعيش فى المناطق المعتدلة من أمريكا الشمالية، وطائفة الليتوسبورانجيوبسيدا (ذات الحوافظ الجرثومية الدقيقة) Leptosporangiopsida التى تنتشر أغلب الأنواع المعاصرة منها فى المناطق الاستوائية ولكن بعضها تنمو أيضا فى المناطق المعتدلة، وتضم هذه الطائفة رتبة السراخس الحقيقية Filicales التى ينتمى إليها نبات كزبرة البئر *Adiantum* ورتبة المارسيليات Marsiliales التى تضم سراخس مائية مثل نبات المارسيليا *Marsilea*. وسوف نصف هنا الشكل الظاهرى والتركيب الداخلى ودورة حياة كزبرة البئر والمارسيليا.

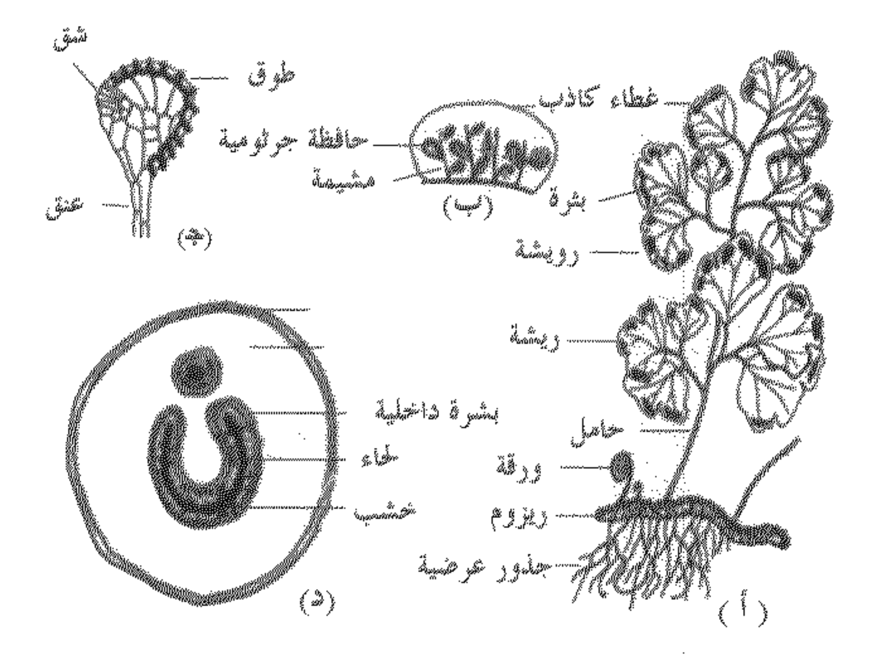
كزبرة البئر

النبات الجرثومى

يطلق اسم كزبرة البئر على سرخس الأديانتم *Adiantum* لتشابه شكل أوراقه مع أوراق نبات الكسبرة وهو نبات عشبى صغير من ذوات الفلقتين. تنمو نباتات كزبرة البئر فى الأماكن الرطبة الظليلة، يتكون النبات الجرثومى (شكل ٥-٢٩) من ساق ريزومية تخرج من سطحه السفلى جذور عرضية ومن سطحه العلوى أوراق سرخسية كبيرة وأوراق صغيرة. تتكون الأوراق من محور رئيسى Rachis ونصل ورقى، يتفرع المحور إلى أفرع جانبية يمثل كل منها ريشة Pinna تتكون من وريقات مفلطحة هى

الرويشات، أما الأوراق الصغيرة فهى ملتفة حلزونيا بطريقة مميزة. تقوم الرويشات بوظيفة البناء الضوئي وحمل وحماية الحوافظ الجرثومية وتسمى الرويشات التي تحمل الحوافظ الجرثومية بالرويشات الخصبة Fertile pinnule. تنشأ الحوافظ الجرثومية في مجموعات تسمى البثرات Sori (مفردها Sorus) عند حواف الرويشات التي تنثني لتكوين غطاء كاذب False indusium للبثرات. تنشأ الحوافظ الجرثومية داخل البثرات على أعناق تسمى المشيمة Placenta تحمل كل منها عدة حوافظ، الحافظة الجرثومية علبة محاطة بجدار من صف واحد من الخلايا الجزء الأكبر منه ذو خلايا مغلظة ويسمى الطوق Annulus والجزء الآخر من خلايا رقيقة الجدر ويسمى الشق Stomium، ويلي الجدار طبقة طرازية من صفين من الخلايا يغلف النسيج الجرثومي (شكل ٥-٢٩)، عند نضج الجراثيم تنكمش الجدر الخارجية لخلايا الطوق فتتفتح خلايا الشق وتنتثر الجراثيم دفعة واحدة إلى مسافات غير قليلة وتنمو مباشرة إلى نبات مشيجي.

داخليا يتكون ريزوم كزبرة البئر من بشرة يليها قشرة واسعة من خلايا بارنشيمية، ويوجد العامود الوعائي في شكل حلقة هلالية واحدة تحيط بها من الخارج بشرة داخلية، وتوسطها نخاع من خلايا بارنشيمية، يوجد الخشب إلى الداخل ويحيط به اللحاء من الخارج والداخل، ويتكون الخشب من قصيبات وخلايا بارنشيمية بينما يتكون اللحاء أساسا من أنابيب غربالية.



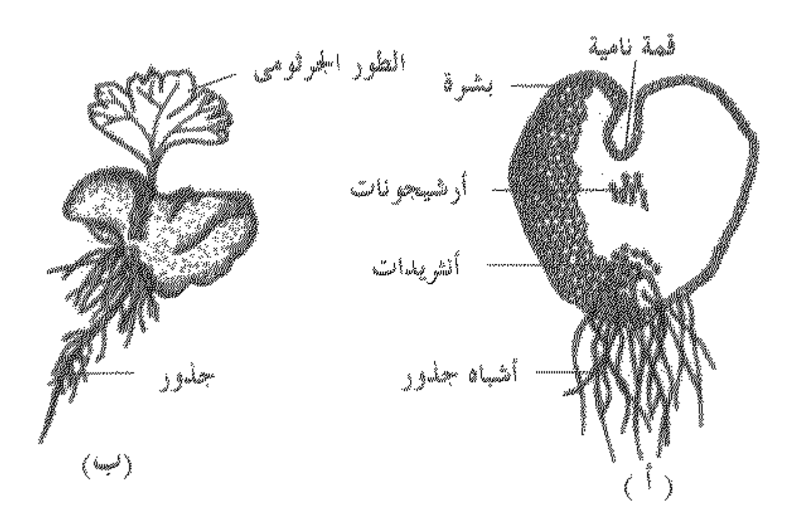
شكل ٥-٢٩: رسم توضيحي للشكل الظاهري للطور الجرثومي لنبات كزبرة البئر (أ) ولقطاع في البثرة (ب) والعلبة (جـ)، ولقطاع عرضي في الساق (د).

النبات المشيجي

النبات المشيجي ثالوسي قلبي الشكل أخضر اللون رقيق عند حوافه سميك من الوسط محاط بطبقة بشرة من الخارج وله قمة نامية غائرة بما يعطيه الشكل القلبي المميز وتخرج من السطح السفلي للثالوس أشباه جذور. تنشأ الأنثريدات من السطح السفلي بالقرب من أشباه الجذور وهي بسيطة ذات جدار عقيم وتعطي سابحات ذكرية عديدة الأهداب. أما الأرشيجونات فتنشأ في الجزء الأوسط من الثالوس وهي بسيطة التركيب ولها خلية عنق واحدة (شكل٥-٣٠).

التكاثر الجنسى

يتم الإخصاب فى وجود الماء ويتكون جنين الطور الجرثومى داخل النبات المشيجى. تنقسم خلايا الجنين لتكوين نبات جرثومى صغير يتكون من قدم وجذر وساق وورقة أولى بسيطة التركيب (شكل ٥-٣٠). لا يستمر النبات الجرثومى متطفلا على النبات المشيجى إذ تنبسط الورقة الأولى ويتحول لونها إلى اللون الأخضر تقوم بعملية البناء الضوئى ويتكون جذر ابتدائى لامتصاص الماء والأملاح ثم يذبل ثالوس النبات المشيجى تدريجيا حتى يموت. تنمو الساق الأولية للنبات الجرثومى أفقيا لتكوين ريزوم تنبثق منه أوراق سرخسية إلى أعلى لتحل محل الورقة الأولى وإلى أسفل جذور عرضية لتحل محل الجذر الابتدائى.



شكل ٥-٣٠: الشكل الظاهرى للنبات المشيجى (أ) وللنبات الجرثومى الأولى محمولا على النبات المشيجى (ب).

المارسيليا

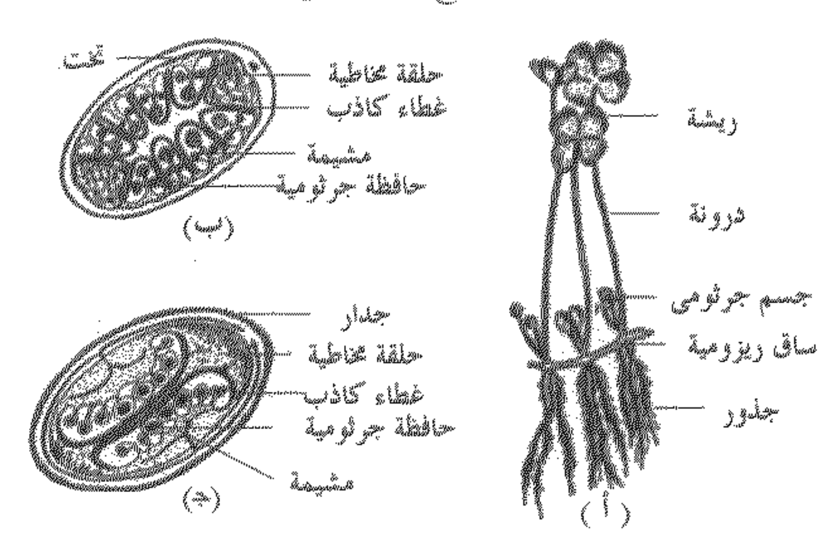
النبات الجرثومي

يضم جنس المارسيليا نباتات برمائية تنمو في المياة الضحلة كالبرك والمستنقعات كما يمكنها النمو في تربة مشبعة بالماء. الطور الجرثومي ذات ساق ريزومية زاحفة قليلة التفرع تحمل أوراق طويلة العنق رباعية الوريقات وأوراق صغيرة ملتفة وتخرج منها جذور عرضية عند العقد (شكل ٥-٣١). تتميز الساق بوجود عمود وعائي نخاعي من حزم ذات لحاء خارجي وخشب ولحاء داخلي وتوجد بالقشرة فراغات هوائية كبيرة، أما الورقة فتتكون من بشرة عليا وبشرة سفلى يتخللها ثغور قليلة غائرة ويتميز النسيج الأوسط إلى طبقة عمادية وطبقة إسفنجية.

تنشأ الحوافظ الجرثومية عند قواعد الأوراق فرادى أو في مجموعات في شكل تراكيب خاصة جالسة أو معنقة تسمى الجسم الجرثومي أو الثمرة الجرثومية Sporocarp. والجسم الجرثومي هو وريقة ملتفة وملتحمة الأطراف يوجد بجانبيها صفين من البثرات المستطيلة على مشيمة منتفخة يغطى كل بثرة غطاء كاذب (شكل ٥-٣١). في كل بثرة تعطى الحافظة الجرثومية الموجودة في قمة المشيمة جرثومة واحدة كبيرة وتعطى الحوافظ الجانبية العديد من الجراثيم الصغيرة بينما تتحول خلايا الجدار وخلايا الطبقة الطرازية إلى مادة جيلاتينية غنية بحبيبات النشا.

النبات المشيجى

عند موت النبات الجرثومى يتحلل الجسم الجرثومى ويتسرب الماء إلى داخله فينفرج نصفيه وينبثق منه حامل جرثومى Sporangiophore يحمل الحوافظ خارج الجسم الجرثومى، ثم يتحلل جدار الحوافظ ليسمح للجراثيم بالتحرر لتنمو إلى نبات مشيجى مذكر يحمل الأنثريدات بطريقة مشابهة لما يحدث فى نبات الرصن، وتعطى الأنثريدة ١٦ سابحة ذكرية حلزونية الشكل عديدة الأهداب، أما الجراثيم الكبيرة فتنمو إلى نباتات مشيجية مؤنثة بكل منها أرشيجونة واحدة. يتكون جنين النبات الجرثومى من ساق أولية وورقة أولية وجذر مغلف بقلنسوة تختفى عندما يمتد الجذر إلى التربة وتظهر الورقة فوق سطحها حيث يصبح النبات ذاتى التغذية.

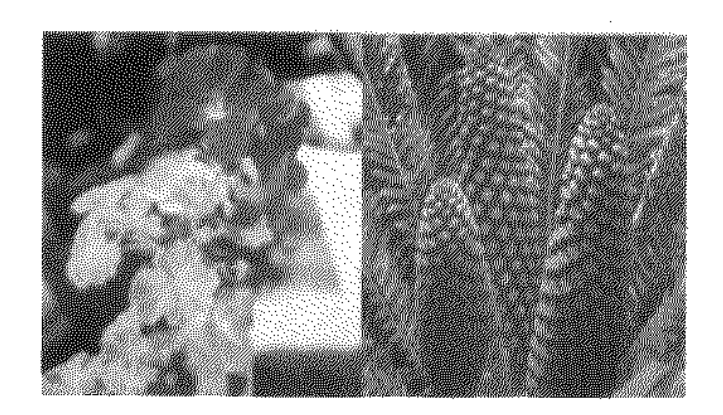


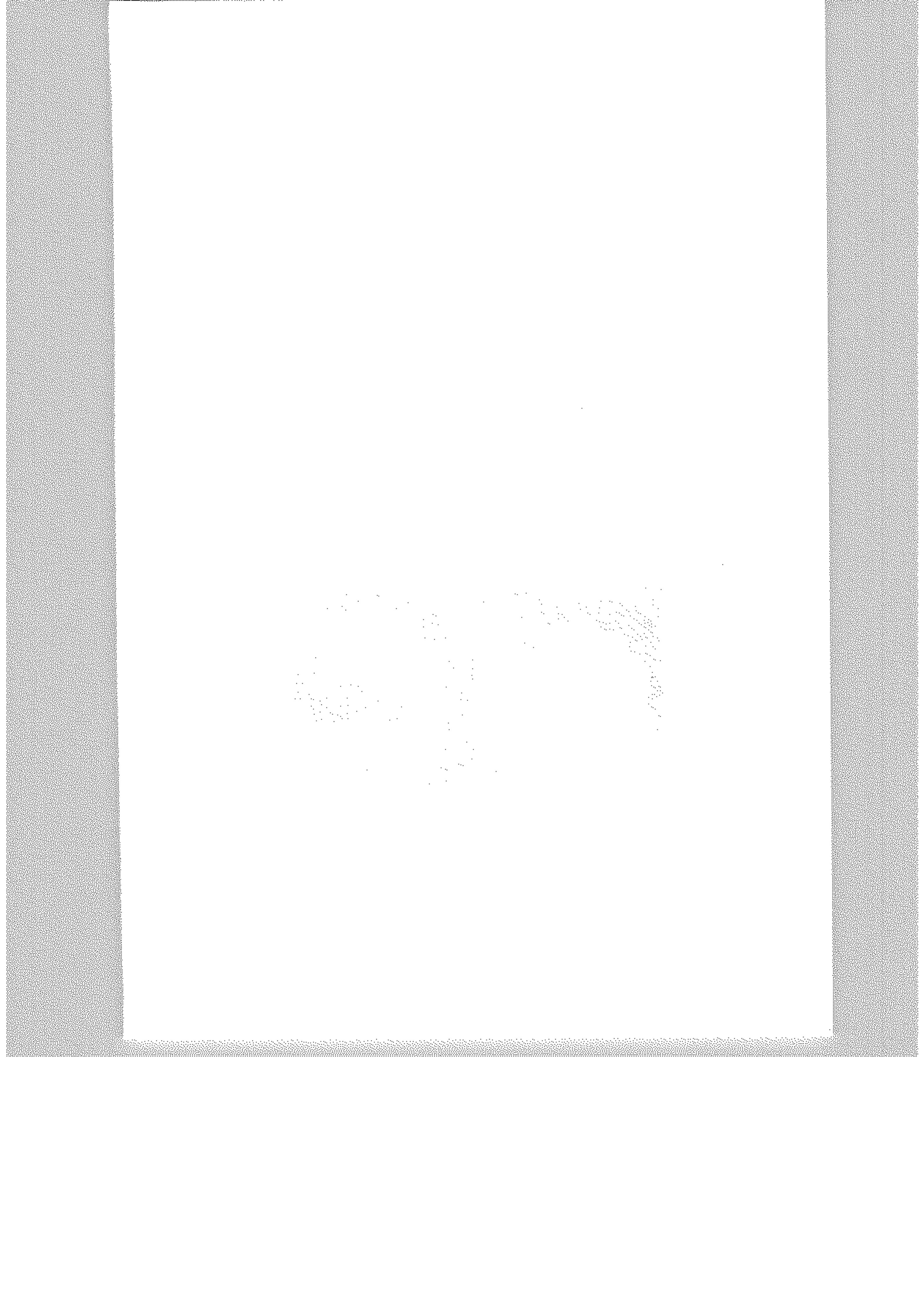
شكل ٥-٣١: رسم توضيحى للشكل الظاهرى للطور الجرثومى لنبات المارسيليا (أ)، ولقطاع فى الجسم الجرثومى (ب)، والجزء مكبر منه (جـ).

الباب السادس

النباتات الزهرية

- الفصل الأول : عاريات البذور
- الفصل الثاني : مدخل إلى كاسيات البذور
- الفصل الثالث : صفات ودورة حياة لكاسيات البذور
- الفصل الرابع : تصنيف كاسيات البذور





الفصل الأول

عاريات البذور

تتميز النباتات الوعائية البذرية بتكوين جنين النبات الجرثومي داخل النبات المشيجي في بذور تنشأ من نضج البويضة بعد الإخصاب ويتم بها اختزان الغذاء اللازم لنضج الجنين والإنبات ونمو البادرة. وقد تكون البذور عارية لوجودها على سطح الأوراق الجرثومية معرضة للهواء أو مغطاة بغلاف يتكون نتيجة التفاف أوراق الحوافظ الجرثومية الكبيرة حول الحوافظ (البويضات) لتكوين الكرابل (المبايض)، ومن ثم يتم تقسيم النباتات الوعائية البذرية إلى تحت قسمين هما معراة (عاريات) البذور Gymnospermae ومغطاة (كاسيات) البذور Angiospermae.

تحت قسم عاريات البذور

تعتبر عاريات البذور من النباتات الأرشيجونية حيث توجد البويضات داخل أرشيجونة في حوافظ تسمى الحوافظ الجرثومية الكبيرة Megasporangia وليس داخل مبايض كما في كاسيات البذور، أما أعضاء الذكورة (الأنثريدات) فتوجد في حوافظ تسمى الحوافظ الجرثومية الصغيرة Microsporangia تشبه أكياس اللقاح Pollen sacs ولا تعطي سابحات ذكرية عقب الانقسام الميوزي للخلايا الوالدة للجراثيم كما في الحزازيات والتريديات بل حبوب لقاح كما في كاسيات البذور، وتتميز عاريات البذور عن الحزازيات والتريديات أيضا بالصفات التالية:-

١. اختزال الأوراق الجرثومية واختلاف شكلها عن الأوراق الخضرية وتكدسها فى مخاريط منفصلة الجنس.

٢. لا يتم الإخصاب فى الماء ولذا فان الجاميطات المذكرة (حبوب اللقاح) تنقصها الأسواط وإن كان لها جناحين يساعداها على الانتشار فى الهواء.

٣. لا تغادر اللاقحة الحافظة الجرثومية الكبيرة بعد الإخصاب بل يتكون داخلها نبات جرثومى صغير مكون من الجنين مجهز بالغذاء اللازم لنموه هو البذرة.

٤. أغلبها أشجار معمرة دائمة الخضرة كبيرة الحجم بها عمود وعائى متقدم فى تركيبه يحتوى على كامبيوم ينشط لتكوين أنسجة وعائية ثانوية.

تعتبر النباتات عاريات البذور بقايا لنباتات قديمة بائدة كانت فى العصور القديمة أكثر وفرة من النباتات الزهرية إلا أنها فى العصر الحالى تشكل مجموعة من حوالى ٧٢٥ نوعا فقط مقارنة بأكثر من ٢٥٠ ألف نوع من النباتات الزهرية. تنقسم معراة البذور إلى أربعة أقسام هى الجنكية Genkogophyta والنتومية Genetophyta والسيكادية Cycadopphyta والمخروطية Coniferophyta. تتمثّل النباتات الجنكية حاليا بنوع واحد هو الجنكو بايلوبا *Ginko biloba* وهو شجرة ذات سيقان متفرعة ثنائية المسكن تحمل أوراقا مروحية وبذورًا فى ثنائيات عند أطراف أغصان جانبية تنضج منهما واحدة فقط، أما النباتات النتومية فينتمى إليها ثلاث أجناس أشهرها الإفيدرا *Ephedra* وهى نباتات شجيرية أو متسلقة. ولذلك فسوف نقتصر هنا على وصف دور حياة نباتات ممثلة للسيكاديات التى تضم نباتات معاصرة يصل عددها إلى ٩٥ نوع والمخروطيات التى تتمثل بأكثر من ٥٦٠ نوعا من النباتات.

قسم النباتات السيكادية

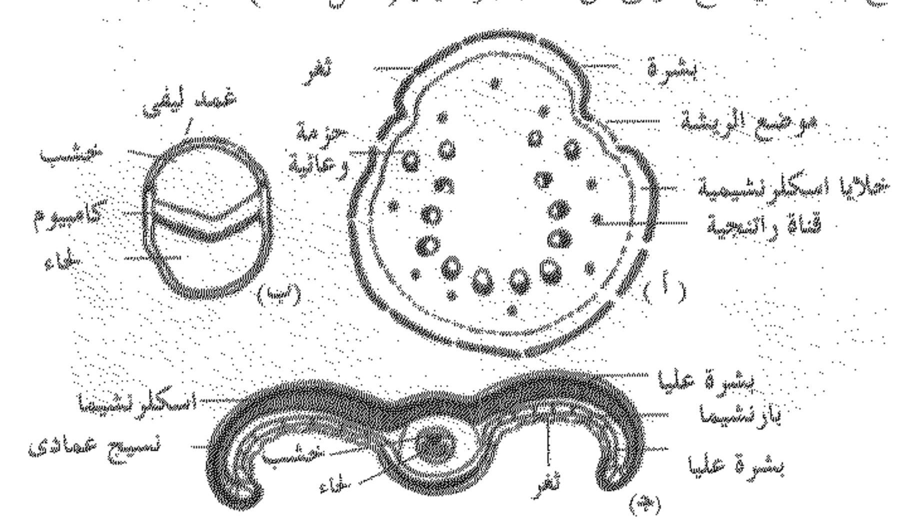
تضم السيكاديات نباتات حفرية كانت مزدهرة خلال العصر الكربونى واستمرت حتى العصر البرمى ونباتات معاصرة تتمثل بتسعة أجناس تضم حوالى ٩٥ نوع تعيش فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. ونباتات هذا القسم منها شجيرات معمرة قد يصل عمرها إلى ألف عام ولا يتعدى المترين فقط لأنها بطيئة النمو وأشجار باسقة ذات سيقان غير متفرعة يصل طولها إلى ٢٠ متر تحمل فى نهايتها تاجا من الأوراق الريشية الكبيرة وتحمل الأوراق الجرثومية فى مخاريط قمية أو جانبية قد تتخذ شكلاً حلزونياً كما فى الزاميا *Zamia* والسيكاس *Cycas* (شكل ٦–١).



شكل ٦–١: صورة فوتوغرافية للشكل الظاهرى للسيكاديات (إلى اليمين) وصورة عن قرب للمخاريط ذات الأوراق الجرثومية مرتبة حلزونيا (إلى اليسار).

السيكاس

السيكاس نبات معمر قد يعيش لمئات السنين ذو ساق غير متفرعة يصل طولها إلى أربعة أمتار تغلف قاعدته بقايا قواعد الأوراق وتنتهي قمته بهالة من الأوراق الريشية الكبيرة كما في نبات النخيل تتوسطها أوراق جرثومية (مخاريط) مرتبة حلزونيا (شكل ٦-٢). داخليا يمتاز ساق وأعناق أوراق السيكاس بوجود عمود وعائي حقيقي ونخاع واسع تحيط به حزم وعائية من لحاء خارجي وخشب كما تحوى كامبيوم قليل النشاط، أما الأوراق فتتكون من بشرة عليا مغلظة الجدر ومدعمة بطبقة إضافية من خلايا اسكلرنشيمية تسمى تحت البشرة وبشرة سفلى تتخلل خلاياها ثغور غائرة، أما الطبقة الوسطى فتتكون من نسيج عمادى ونسيج تخزيني من خلايا بارنشيمية(شكل ٦-٢).



شكل٦-٢: قطاع عرضى فى عنق أوراق السيكاس (أ)، ورسم تخطيطى للحزمة الوعائية (ب)، وقطاع عرضى فى الريشة (جـ).

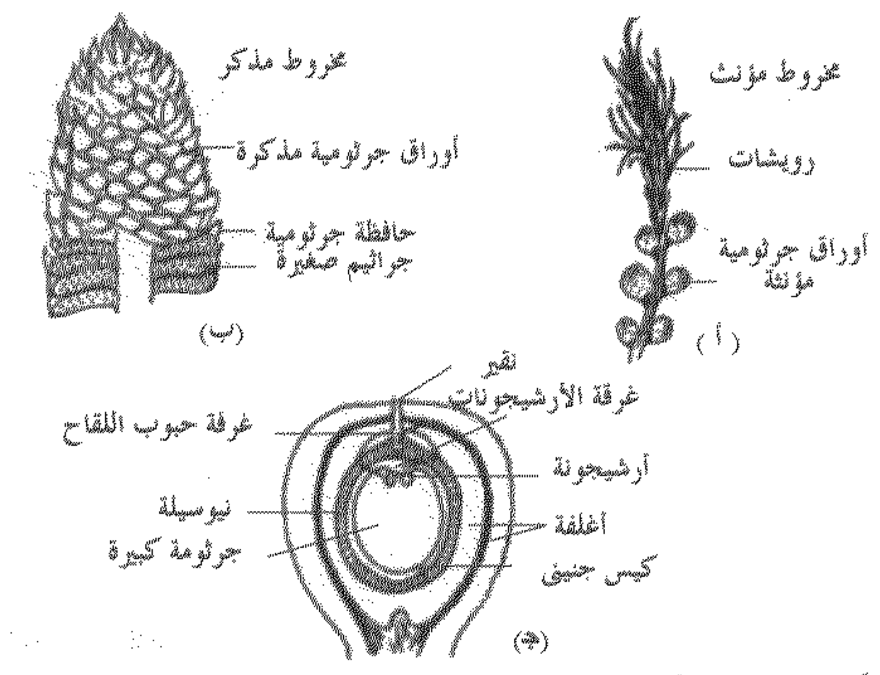
السيكاس ثنائي المسكن وتحمل النباتات المذكرة مخاريط كبيرة قد يصل طولها إلى ٦٠ سم توجد على محوره أوراق جرثومية صلبة فى ترتيب حلزوني تحمل على سطحها السفلي مئات من الحوافظ الجرثومية التي تسمى أكياس لقاحية (شكل ٦–٣)، تعطى الحوافظ الجرثومية آلاف الجراثيم الصغيرة (حبوب اللقاح) التي تنقسم قبل انتشارها لتعطى خلية الثالوس الأولى Prothalial cell التي تمثل التركيب الخضرى للطور المشيجى المذكر وخلية الأنثريدة الأولى التي تنقسم لتعطى خلية أنبوبة Tube nucleus وخلية متوالدة Generative nucleus.

أما النباتات المؤنثة فتحمل الحوافظ الجرثومية الكبيرة (البويضات) على أوراق جرثومية مغطاة بشعيرات كثيفة بنية اللون عند قمة النبات، الجزء العلوى منها بسيط أو مجزأ ريشيا وينتهى برويشات صلبة مدببة الأطراف، أما الجزء السفلي فضيق نسبيا ويحمل صفين من الأوراق الجرثومية المؤنثة يتراوح عددها بين ٢ و ٨ توجد بداخلها البويضات، وبويضات السيكاس كبيرة الحجم تتكون من كيس جنيني Embryo sac يسمى الجرثومة الكبيرة Megaspore محاط بنسيج يسمى النيوسيلة Nucellus ملتحم مع غلاف ثلاثي الطبقات يسمى غلاف البويضة Integument ولكنهما ينفصلان عند قمة البويضة لتكوين غرفة حبوب اللقاح Pollen chamber تعلوها فتحة تسمى النقير Micropyle ويوجد أسفلها انخفاض به عدة أرشيجونات يسمى غرفة الأرشيجونات Archegonial chamber (شكل ٦–٣).

التلقيح والإخصاب وتكوين البذور

تنتشر حبوب اللقاح بواسطة الرياح وعند سقوطها تدخل إلى غرف حبوب اللقاح خلال فتحة النقير حيث تستكمل نموها بإفراز خلية أنبوبة اللقاح بعض المواد التي تحلل نسيج النيوسيلة فوق غرفة الأرشيجونات وانقسام الخلية المولدة لتعطى خلية عنق وخلية

أخرى تنقسم لتعطى سابحتين ذكريتين عديدتا الأهداب، فى نفس الوقت تتهيأ البويضات للإخصاب بإفراز سائل مخاطى يخرج من فتحة النقير لتسهيل دخول حبوب اللقاح إلى الداخل، وعند تحرر السابحات الذكرية فى السائل الهلامى تصل إلى غرفة الأرشيجونات لتخصب إحداها نواة البيضة. وفى الغالب يتم إخصاب عدة أرشيجونات فى البويضة لكن لاقحة واحدة هى التى تتميز إلى جنين، وفى أثناء نمو الجنين تتصلب أغلفة البويضة مكونة غلاف البذرة، والبذور ليس لها فترة كمون إذ تنمو مباشرة لتكوين نبات جديد.



شكل٦-٣: رسم تخطيطى للحوافظ الجرثومية المؤنثة والرويشات عند قمة النبات المؤنث (أ)، وقطاع طولى فى المخروط المذكر (ب)، ورسم تخطيطى للبويضة (جـ).

قسم النباتات المخروطية

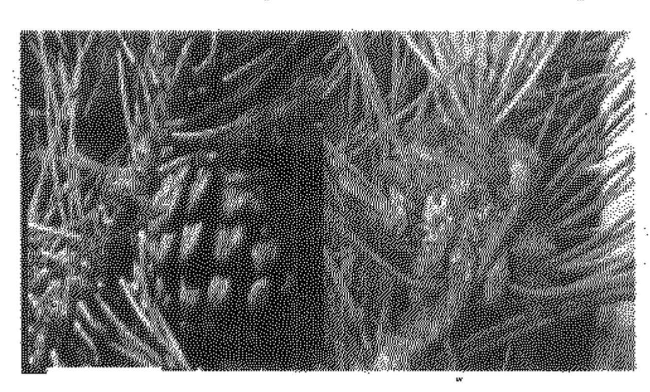
تضم المخروطيات (الصنوبريات) نباتات حفرية من العصر الكربونى وأوائل العصر البرمى، كما تضم نباتات معاصرة تتمثل بأكثر من ٥٦٠ نوع تنتمى إلى ٥٢ جنس فى ستة فصائل. ورغم قلة عدد أنواع المخروطيات الحية مقارنا بعدد أنواع كاسيات البذور (أكثر من ٢٥٠ ألف) أنها تغطى مساحات شاسعة من الغابات فى المناطق الباردة والمعتدلة من العالم. تشمل المخروطيات شجيرات كما تشمل أشجار خشبية معمرة مثل العرعر *Juneprus* والسرو *Cypress* والأرز *Cedrus* إلا أن أكبرها حجما وأطولها عمرا هى أشجار الصنوبر *Pinus* التى يصل طول بعضها إلى ١٢٠ متر وعمرها إلى خمسة آلاف سنة. وسوف نكتفى هنا بوصف الشكل الظاهرى والتركيب الداخلى ودورة حياة الصنوبر.

الصنوبر

يحتوى جنس الصنوبر على حوالى ٧٥ نوعا تنمو فى المناطق المعتدلة والباردة وهى أشجار خشبية دائمة الخضرة تتكون من جذع رئيسى يحمل فروعا جانبية فى تعاقب قمى حيث توجد الفروع القصيرة إلى أعلى والفروع الطويلة إلى أسفل وبذلك تتخذ شجرة الصنوبر شكل المخروط. تحمل الفروع أوراق حرشفية تخرج من آباطها فروع طويلة تشبه جذع الشجرة أو قزمية تنتهى بأوراق إبرية الشكل تعرف بالأوراق الخضرية يتراوح عددها بين ورقة واحدة وخمسة أوراق. أشجار الصنوبر أحادية المسكن تحمل الأوراق الجرثومية الصغيرة والكبيرة فى شكل مخاريط على نفس النبات، تعرف بالمخاريط المذكرة Male strobili (تسمى أيضا المخاريط السدائية Staminate strobili)

تنتظم في مجموعات حول براعم الأوراق الحرشفية تظهر في الربيع وتغطي بحراشيف برعمية خلال الخريف والمخاريط المؤنثة Female strobili (تسمى أيضا المخاريط البويضية Ovulate strobili) تنتظم على فروع جانبية قصيرة قريبا من أطراف بعض الفروع الحديثة (شكل ٦-٤).

فرع يحمل مخروط مذكر فرع يحمل مخروط مؤنث



شكل٦-٤: فرع من نبات الصنوبر يحمل المخروط المذكر للصنوبر (إلى اليمين) وآخر يحمل المخروط المؤنث (إلى اليسار).

تشريحيا تحيط بالساق بشرة متأدمة قد توجد تحتها طبقة تحت بشرة من خلايا مغلظة الجدر تليها قشرة من خلايا بارنشيمية تنتشر بينها قنوات راتنجية ثم طبقة محيطية تحيط بأسطوانة وعائية تتكون من حزم وعائية جانبية داخلية الخشب تفصلها أشعة نخاعية ويتوسطها نخاع. الحزم الوعائية مفتوحة لأنها تحوى كامبيوم بين اللحاء والخشب ينشط لتكوين خشب ثانوى للداخل ولحاء ثانوى للخارج وتمثل القصيبات العناصر التوصيلية للخشب ولا توجد في اللحاء خلايا مرافقة. وتحاط الورقة أيضا ببشرة متأدمة

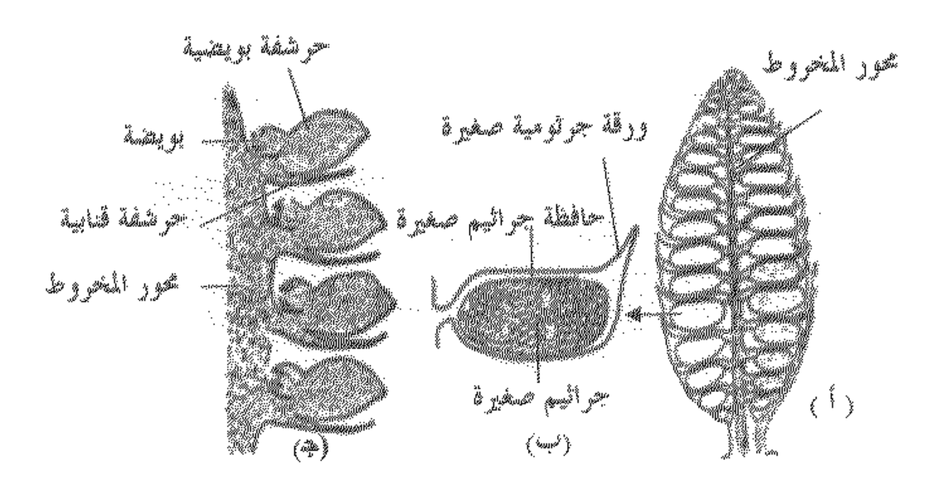
تتخللها ثغور غائرة تليها تحت بشرة من خلايا مغلظة ثم نسيج وسطى من خلايا مدمجة غنية بالنشا والبلاستيدات الخضراء ومواد راتنجية وتتميز بجدرها المطوية للداخل فى شكل زوائد سليلوزية أما الجزء المركزى فيتكون من حزمة وعائية واحدة أو عدد قليل من الحزم وتحيطه طبقة محيطية تفصله عن النسيج الوسطى للورقة.

تكوين حبوب اللقاح والبويضات

تترتب الأوراق الجرثومية الصغيرة Microsporophylls على محور المخروط المذكر حلزونيا فى شكل أوراق حرشفية تسمى الحراشيف السدائية Staminate scales تحمل على سطحها السفلى حوافظ جرثومية Microsporangia تعرف بأكياس لقاح Pollen sacs تتكون بداخلها جراثيم صغيرة Microspores تسمى أيضا حبوب لقاح Pollen grains (شكل ٦–٥). تنقسم حبة اللقاح داخل كيس اللقاح إلى خليتين صغيرتين تسمى الخلايا الخضرية Vegetative cells وخلية كبيرة تسمى خلية أنثريدية Antheridial cell ثم تتحرر عن طريق شق طولى فى كيس اللقاح، والحبوب االلقاح جناحين يساعداها على الانتشار بواسطة الرياح.

كما تترتب الأوراق الجرثومية الكبيرة Macrosporophylls (الكرابل Carpels) حلزونيا على محور المخروط المؤنث وتتميز كل ورقة إلى حرشفة صغيرة تسمى الحرشفة القنابية Bract scale تعلوها حرشفة بويضية كبيرة Ovuliferous scale توجد على سطحها العلوى فى مواجهة محور المخروط بويضتين. ويشبه التركيب الداخلى للبويضة بويضة السيكاس ولكن بويضة الصنوبر لا يوجد بها غرفة حبوب اللقاح ولا غرفة الأرشيجونات حيث يتوسطها الكيس الجنينى الذى يتكون من ثالوس أنثوى

تستقر عند طرفة المقابل لفتحة النقير ٢-٥ أرشيجونات تتكون كل منها من بيضة وخلية بطن وعنق من صف أو صفين من الخلايا (شكل ٦-٥).

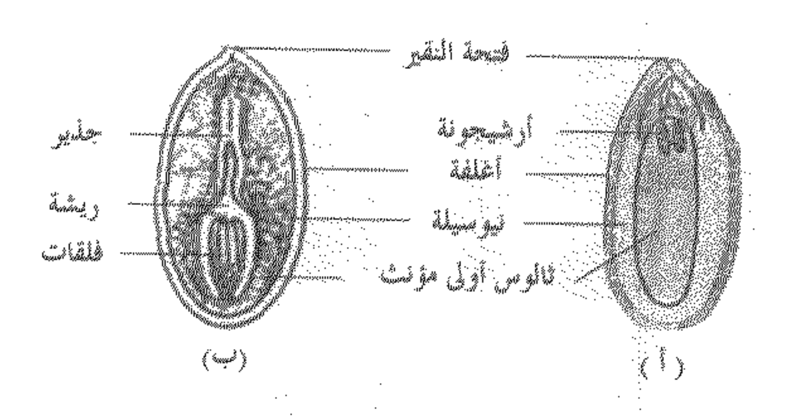


شكل٦-٥: رسم تخطيطي لقطاع طولي في المخروط المذكر (أ)، وجزء مكبر من الورقة الجرثومية الصغيرة والحافظة الجرثومية الصغيرة (ب)، والورقة الجرثومية الكبيرة (جـ).

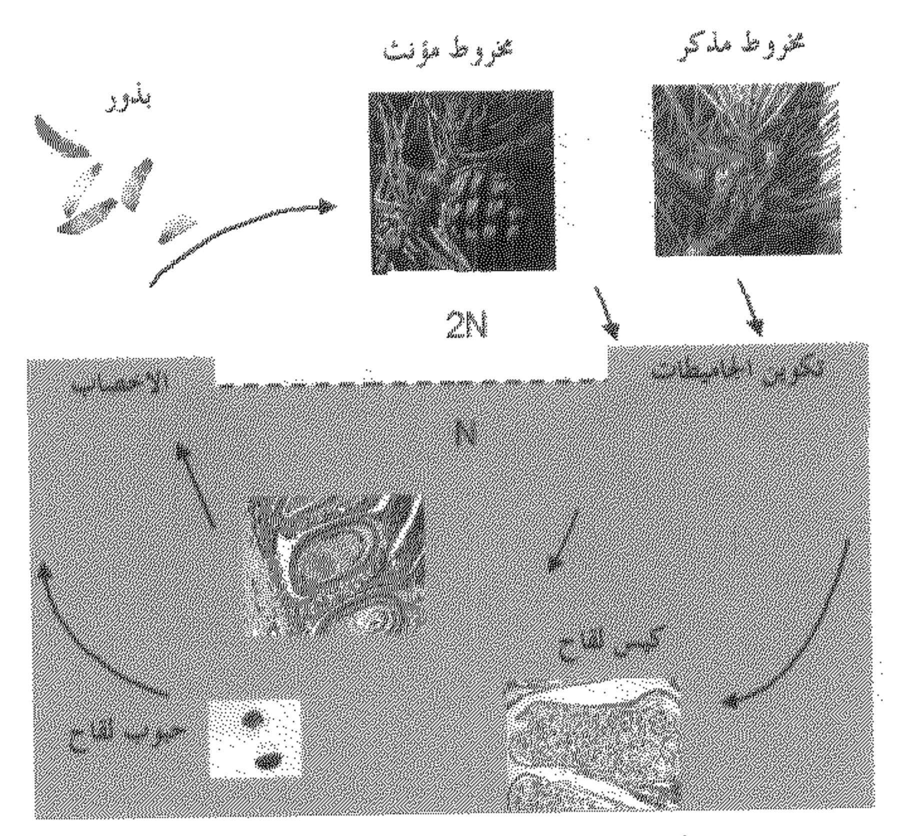
التلقيح والإخصاب وتكوين البذور

تنتشر حبوب اللقاح بواسطة الرياح لتستقر عند فتحة النقير في البويضة التي تفرز سائل هلامي تلتصق به حبوب اللقاح. ولحدوث الإخصاب تنقسم خلية الأنثريدة إلى خلية تناسلية Generative cell وخلية أنبوبية Tube cell وتمتد الخلية الأنبوبية لتكوين أنبوبة لقاح Pollen tube تسكن لفترة قد تصل إلى العام ثم تتعمق في النيوسيلة، حينئذ تنقسم الخلية التناسلية إلى خلية عنقية وخلية جسدية تنقسم الأخيرة إلى خليتين ذكريتين Male cells، ولإتمام الإخصاب تتحرك هذه الأنوية إلى طرف أنبوبة اللقاح التي تخترق

عنق الأرشيجونة لتنزلق به كل الأنوية حيث تندمج إحدى النواتين الذكريتين مع خلية البيضة لتكوين اللاقحة. تنقسم اللاقحة لتكوين الجنين الذى يتميز إلى ريشة وجذير وفلقات يتراوح عددها بين ٣ و ١٧ أما الجزء المتبقى من الثالوس الأنثوى فيحيط بالجنين لتكوين الإندوسبرم أما غلاف البويضة فيتصلب لتكوين غلاف البذرة الذى يلتصق به غشاء مستمد من الحرشفة البويضية لتكوين جناح يساعد البذرة على الانتشار بواسطة الرياح ويوجز شكل ٦-٦ دورة حياة الصنوبر.



شكل ٦-٦: قطاع طولى فى بويضة (أ) وبذرة (ب) الصنوبر.



شكل ٦-٧: دورة حياة مبسطة لنبات الصنوبر.

الفصل الثانى

صفات ودورة حياة كاسيات البذور

مقدمة

كاسيات البذور أكبر أقسام المملكة النباتية وأكثرها عدداً وتنوعاً وأوسعها انتشاراً، فهى تضم أكثر من ٢٢٠ ألف نوع من النباتات تعيش فى كافة أرجاء الأرض، كما أنها أكثر النباتات تكيفاً مع الظروف البيئية ولذلك فهى تنمو فى بيئات مختلفة فمنها نباتات البيئة الجافة ونباتات المناطق الملحية والنباتات المائية ولكن غالبية كاسيات البذور تعيش فى المناطق الباردة والمعتدلة والاستوائية. كما يتدرج الشكل الظاهرى لكاسيات البذور من نباتات صغيرة لا تتعدى بضع ملليمترات كنبات عدس الماء إلى الأشجار الباسقة مثل الكافور كما أن منها نباتات زاحفة ومتسلقة ومتطفلة. يتكون الشكل الظاهرى للنباتات كاسيات البذور من مجموع جذرى Root system تحت سطح الأرض ومجموع خضرى Shoot system فوق سطح الأرض يشمل أجزاء خضرية Vegetative parts تضم ساق متفرع أو غير متفرع يحمل أوراق لها أشكال مختلفة، وأجزاء زهرية Floral parts تنشأ على الجزء العلوى من الساق والفروع. والأزهار هى عضو التكاثر الجنسى فى كاسيات البذور، وقد تتكاثر كاسيات البذور أيضا خضريا بالبراعم كما فى قصب السكر والبطاطس والنعناع.

يبدو أن انتشار وتنوع كاسيات البذور قد حدث خلال العصر الطباشيرى لوجود بقايا حبوب لقاح كاسيات البذور بكميات وفيرة وبأشكال متنوعة بين صخور

ذلك العصر. ومن الآراء التي تعضد هذا الزعم أن العصر الطباشيرى قد تميز بأحوال مناخية غير مستقرة مما أدى إلى انقراض كثير من عاريات البذور مفسحة المجال لانتشار كاسيات البذور ذات القدرة الأكبر على التكيف مع العوامل المناخية المتغيرة التي سادت الأرض في ذلك العصر.

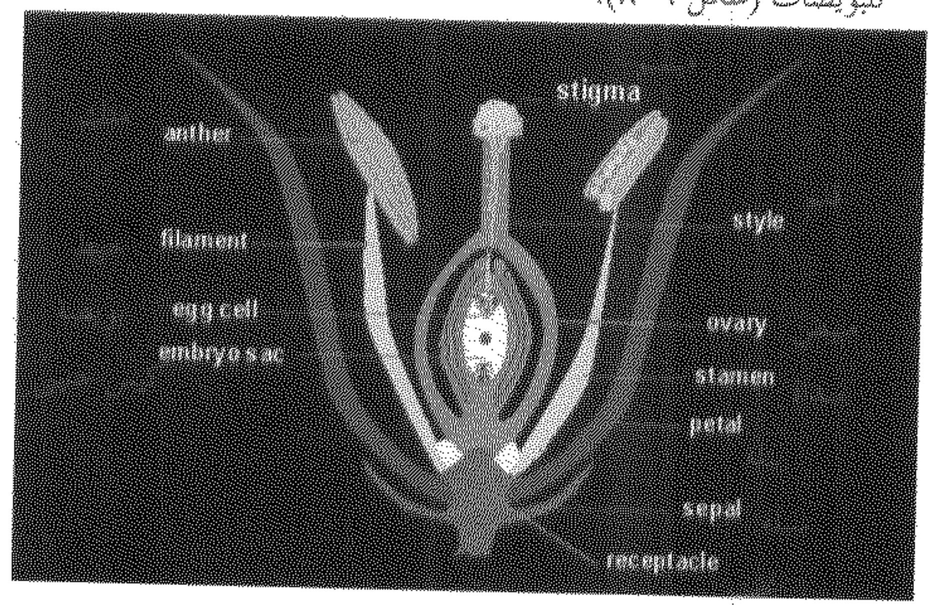
ويعزى انتشار كاسيات البذور خلال العصر الطباشيرى أيضا إلى ظهور وانتشار الحشرات وما تلعبه من دور معروف في عمليات التلقيح الخلطى مما ساعد على نشوء أنواع جديدة، وقد هيأت كاسيات البذور للتلقيح الخلطى من خلال حدوث الاخصاب المزدوج وتكوين الجنين في مبيض مغلق مما هيأ الفرصة لظهور حالات عدم التوافق وما تبعها من التزاوج الخلطى الذى أدى إلى تنوع أشكال كاسيات البذور. كذلك يعزى انتشار كاسيات البذور إلى سرعة تكاثرها الجنسى وزيادة كفاءة التمثيل الغذائى بها وسرعة تحلل أوراقها الغضة مما يوفر مواد غذائية مناسبة لنمو نباتات جديدة.

الصفات العامة لكاسيات البذور

لكاسيات البذور صفات تميزها عن عاريات البذور أهمها الصفات التالية:-

١- أن لها تركيب تكاثرى مميز هو الزهرة Flower، وهى فرع متحور لأداء وظيفة التكاثر الجنسى. تنشا الزهرة من برعم يسمى البرعم الزهرى وتعرف الأوراق التي تتكون منها بالأوراق الزهرية وهى غالبا ما تكون مرتبة على محور زهرى في أربعة محيطات منها محيطان للحماية هما الكأس Calyx والتويج Corolla ومحيطان للتكاثر هما عضو تذكير يسمى بالطلع Androecium يتكون من

وحدات تسمى أسدية Stamens يتكون كل منها من خيط يحمل متك Anther يتكون من فصين Lobes يحتويان الخلايا الوالدة لحبوب اللقاح، وعضو تأنيث يسمى المتاع Gynoecium يتكون من كرابل Carpels تتكون كل منها من ميسم Stigma وقلم Style ومبيض Ovary يحتوى الخلايا الوالدة للبويضات (شكل ٦-٨).



شكل ٦-٨: رسم تخطيطى لقطاع طولى يوضح أجزاء الزهرة.

٢- أنها تحمل بويضاتها داخل مبيض مغلق يمثل الجزء الأسفل للكرابل وليس من بويضة فقط كما فى عاريات البذور. ومن الفروض المتداولة لتفسير تكوين المبيض فى كاسيات البذور أنه نشأ من التفاف حواف أوراق الحوافظ الجرثومية الكبيرة حول الحوافظ (البويضات) ثم التحامها لتكوين الكرابل (المبايض)، وأن

الكرابل فى كاسيات البذور البدائية تكون سائبة ووق كاسيات البذور المتقدمة تكون تامة ملتحمة.

٣- بعد الإخصاب ينضج المبيض لتكوين الثمرة وتنضج البويضات داخل المبيض لتكوين البذور، والثمرة تركيب لا يوجد إلا فى النباتات كاسيات البذور وكان لظهورها أثر كبير فى انتشار كاسيات البذور وسيادتها للغطاء النباتى على الأرض.

٤- عند التلقيح تسقط حبوب اللقاح على الميسم وتنمو أنبوبة اللقاح مخترقة القلم إلى البويضات أما فى عاريات البذور فان أنبوبة اللقاح تخترق المبيض مباشرة خلال فتحة النقير.

٥- وجود ثمانية أنوية فى الكيس الجنينى للمبيض تضم البيضة أحادية المجموعة الكروموسومية ونواة الإندوسبرم الأولية ثنائية العدد الكروموسومى (شكل ٦-٩).

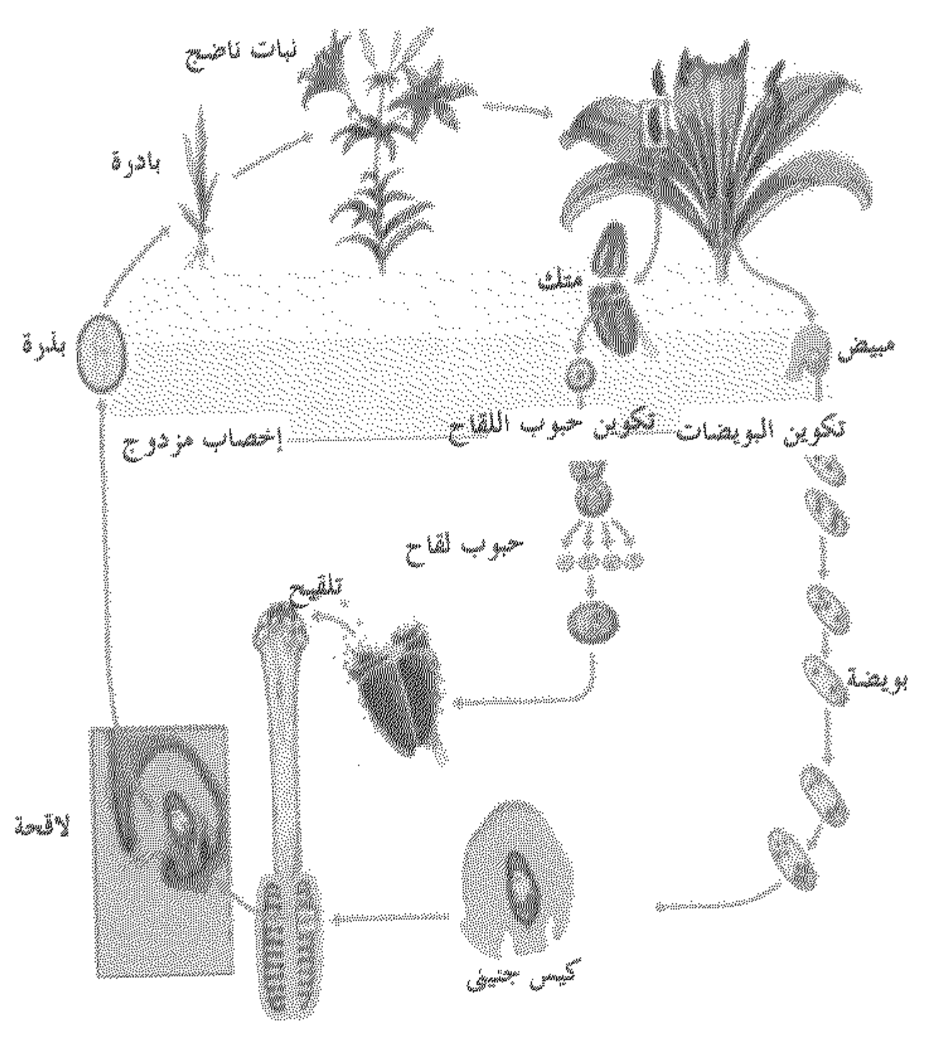
٦- حدوث الإخصاب المزدوج Double fertilization وهو اندماج أحد النواتان الذكريتان فى أنبوبة اللقاح مع نواة البيضة لتكوين اللاقحة واتحاد النواة الذكرية الثانية مع نواة الإندوسبرم الأولى لتكوين الإندوسبرم.

٧- وجود الأوعية الخشبية كعناصر توصيل فى نسيج الخشب بديلا عن القصيبات فى معراة البذور وظهور الخلايا المرافقة لتصاحب الأنابيب الغربالية فى اللحاء.

دورة حياة كاسيات البذور

رغم وجود أعضاء التذكير والتأنيث على نفس الزهرة فان التلقيح الخلطى هو الأكثر شيوعا بين النباتات كاسيات البذور لأنه يؤدى إلى تكوين نباتات أفضل نتيجة التنوع الوراثى الناتج عن خلط التكوين الوراثى لنباتين مختلفين. ويتم التلقيح بعدة وسائل أهمها الهواء والحشرات كما يتم فى بعض النباتات بواسطة الماء وفى بعض الأحيان كما فى النخيل يتم التلقيح صناعيا بواسطة الإنسان.

ويحدث الإخصاب عندما تنتقل حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم وبتوجيه من نواة الأنبوبة تنبت من حبة اللقاح أنبوبة لقاحية تنمو خلال القلم حتى تصل إلى المبيض، ثم تشق طريقها خلال نقير البويضة إلى الكيس الجنينى. وتنطلق نواتا المشيج المذكر إلى الكيس الجنينى وتلتحم إحداهما بنواة البيضة ليتكون زيجوت ثنائى المجموعة الكروموسومية، يتطور بعد ذلك لتكوين الجنين، بينما تتحد نواة الاسبرم الأخرى بالنواة ثنائية المجموعة الكروموسومية فى الكيس الجنينى لتكوين نواة ثلاثية المجموعة الكروموسومية. وتنقسم الخلية الناتجة انقسامات ميتوزية متتالية لتكوين النسيج المغذى المعروف بالإندوسبرم ويحاط الجنين بغشاء الإندوسبرم الذى يحاط أيضا بغلاف البذرة. وعند إنبات البذرة ينمو الجنين لتكوين جيل ثنائى المجموعة الكروموسومية هو الجيل الجرثومى داخل البذرة ينمو ويعطى نباتات جديدة تحمل أزهارا تتكون بها حبوب لقاح وبويضات جديدة (شكل ٦-٩).



شكل ٦-٩: رسم تخطيطي مبسط لدورة حياة النباتات الزهرية كاسيات البذور.

الفصل الثالث

الصفات التصنيفية لكاسيات البذور

مقدمة

يتفق علماء تصنيف النباتات الزهرية أن الاختلافات بين النباتات وأوجه التشابه بينها قابلة للقياس باستخدام كثير من الصفات أهمها وأكثرها وضوحا صفات الشكل الظاهرى. والصفة التصنيفية فى نظر علماء التصنيف صفة ملازمة لأحد مكونات النبات التركيبية ويجب أن تكون صفة ثابتة لا تتأثر تحت تأثير العوامل البيئية، وكلما كانت الصفة أكثر ثبوتا كانت أجدر بأن يعتد بها فى تصنيف كاسيات البذور، كما يجب أن تكون الصفة تشخيصية بمعنى أنها تميز مجموعة بعينها من النباتات عن المجموعات الأخرى. ويوفر شكل النبات الخضرى لكاسيات البذور واختلاف شكل الأزهار وطريقة ترتيبها على النبات فى تجمعات تسمى النورات، وأشكال الثمار التى تتكون من نضج المبيض المخصب صفات مهمة لتصنيف كاسيات البذور إلى ورتب وفصائل وأجناس وأنواع.

وقد فطن علماء التصنيف أيضا إلى أهمية الصفات الداخلية للنبات مثل خصائص التركيب التشريحى وحبوب اللقاح والكروموسومات ومنتجات الأيض الثانوية. وحديثا توجه اهتمام المهتمين بتصنيف وتطور النباتات إلى أهمية الصفات التى يمكن استخلاصها من أنماط التفريد الكهربى لبروتينات البذور وتلك المستمدة من سمات بالحمض النووى الديؤكسى ريبوزى Deoxyribonucleic acid (دنا–DNA) تسمى الدلائل الجزيئية Molecular markers أو بصمات دنا DNA finger-printing يمكن إبرازها باستخدام

طرق جزيئية حديثة، إلا أن صفات الشكل الظاهرى تبقى الصفات الأساسية لتصنيف كاسيات البذور للأغراض التعليمية، ولأغراض تعليمية تنقسم صفات الشكل الظاهرى لكاسيات البذور إلى صفات خضرية تشمل أشكال الجذور والسيقان والأوراق وصفات زهرية تشمل خصائص الأزهار والثمار والبذور والنورات.

الصفات الخضرية

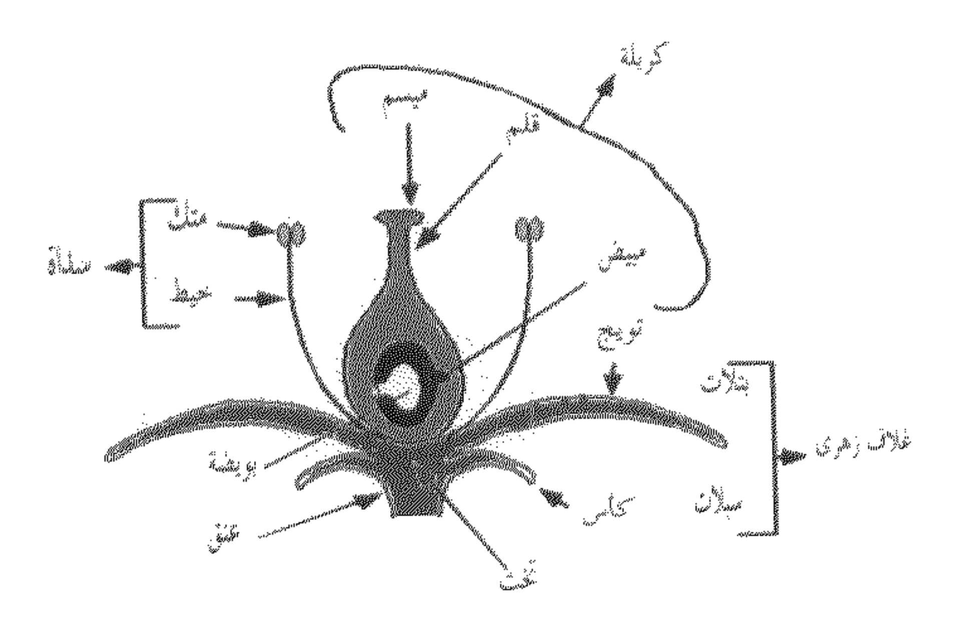
تشمل الصفات الخضرية Vegetative characters للنباتات التراكيب الخضرية مثل الجذور والسيقان والأوراق والبراعم وطبيعة النمو .... إلخ، وهى الصفات التى يتم تناولها عند دراسة علم الشكل الظاهرى للنبات. ويمكن ملاحظة هذه الصفات بسهولة بواسطة العين المجردة ونادرا ما تحتاج إلى مجاهر أو أدوات. تنقسم الصفات الخضرية إلى صفات كمية يمكن قياسها أو تقدير عددها مثل طول النبات وعدد الأوراق وطولها وعرضها، وصفات كيفية مثل طبيعة النمو وشكل الجذور والسقان والأوراق وتحوراتها. ومن وجهة نظر علم التصنيف لا تعتبر الصفات الخضرية الكمية صفات تصنيفية جيدة حيث أن أغلبها صفات تحكمها عدة جينات، ومن ثم فهى ذات تغير متصل يصعب تمييزها إلى صفات بديلة، كما أنها كثيرة التأثر بالظروف البيئية. إلا أن الصفات الخضرية الكيفية مفيدة فى تعريف النباتات مثل شكل الأوراق والتغطية الوبرية لسطحها وأشكال الثغور كثيرا ما تكون صفات تصنيفية هامة فى بعض المجموعات من كاسيات البذور، وتجدر الاشارة أن الصفات الخضرية للنباتات الزهرية هى مجال علم الشكل الظاهرى للنبات الذى يدرسه طلاب العلوم بالمرحلة الأولى من التعليم العالى.

الصفات الزهرية

الصفات الزهرية Floral characters هى تلك المتعلقة بالتراكيب التكاثرية مثل الأزهار والثمار والبذور والنورات. وتشمل عدد الأعضاء فى هذه التراكيب وعدد مكونات هذه الأعضاء وشكلها. والصفات الزهرية أكثر عددا وأكثر ثبوتا من الصفات الخضرية، كما أنها كثيرا ما تحكمها عوامل وراثية عالية النفاذية ومن ثم فهى قليلة التأثر بالعوامل البيئية. ولذلك فان الصفات الزهرية هى الأساس التى يقوم عليه تصنيف النباتات لأغراض تعليمية حتى أن تصنيف كاسيات البذور كثيرا ما يسمى التصنيف الزهرى.

الأزهار

يعتمد علماء التصنيف منذ عهد قديم على صفات الزهرة، والزهرة هى فرع متحور يحمل أعضاء التكاثر، وتخرج الزهرة عادة من إبط قنابة Bract ويسمى جانب الزهرة المواجه للقنابة بالجانب الأمامى Anterior side أما الجانب الآخر المواجه للساق فيسمى بالجانب الخلفى Posterior side. وتتكون الزهرة الكاملة من محور زهرى ينتهى بجزء مفلطح يسمى التخت Receptacle يحمل الأوراق الزهرية فى أربعة محيطات هى من الخارج للداخل الكأس Calyx ويتكون من وحدات تسمى سبلات Sepals والتويج Corolla ويتكون من بتلات Petals والطلع Androecium ويتكون من أسدية Stamens والمتاع Gynoecium ويتكون من كرابل Carpels (شكل ٦-١٠).



شكل ٦-١٠: رسم تخطيطى لأجزاء الزهرة.

الكأس

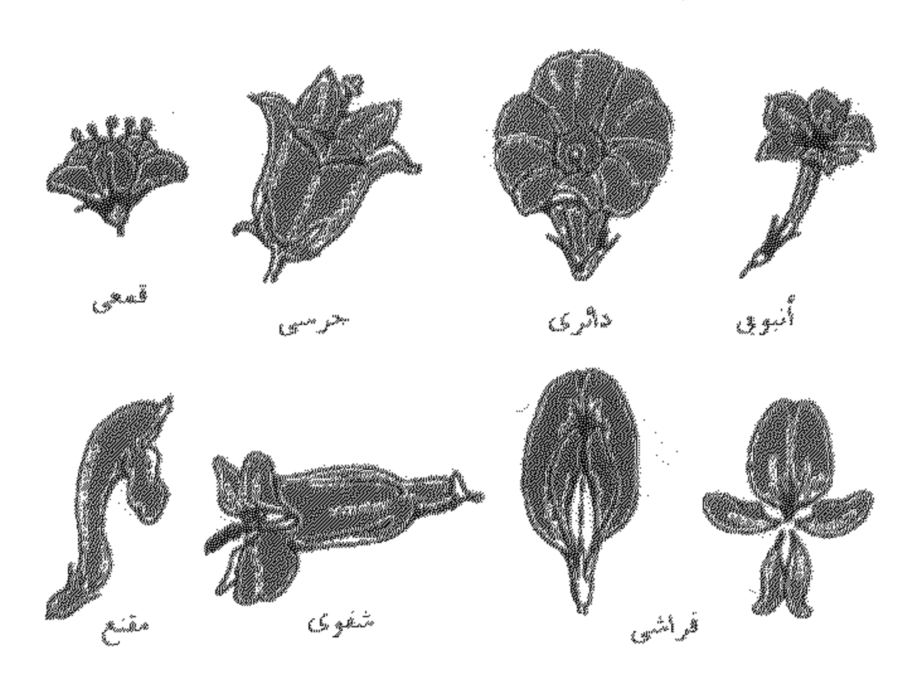
يتكون الكأس Calyx من أوراق صغيرة خضراء اللون غالبا تسمى السبلات Sepals وظيفتها حماية محيطات الزهرة الأخرى. وقد تكون السبلات ملونة فتسمى السبلات البتلية Petaloid sepals كما فى زهرة العايق وقد تختزل إلى شعيرات أو تنعدم تماما كما فى نباتات الفصيلة المركبة. وقد تكون السبلات سائبة فيسمى الكأس سائب أو منفصل السبلات Polysepalous كما فى زهرة الورد والمنثور أو ملتحمة فيسمى الكأس ملتحم السبلات Gamosepalous كما فى زهرة البسلة. وقد يحاط الكأس بمحيط إضافى يسمى فوق الكأس Epicalyx كما فى نباتات الفصيلة الخبازية. وقد

يوجد الكأس فى محيطين كما فى نباتات الفصيلة الصليبية، وقد يتساقط الكأس سريعا فور تفتح الزهرة كما فى الخشخاش وقد يستديم بعد الإخصاب وتكوين الثمرة كما فى نباتات الفصيلة الباذنجانية مثل الطماطم والباذنجان. وقد يتخذ الكأس أشكالا مختلفة منها الأنبوبى Tubular كما فى زهرة القرنفل والشفوى Labiate كما فى نباتات الفصيلة الشفوية والمهمازى كما فى زهرة العايق والجرابى كما فى الفصيلة الصليبية.

التويج

التويج Corolla هو المحيط التالى للداخل بعد الكأس ويتكون من أوراق زهرية ملونة غالبا تسمى البتلات Petals. ووظيفة التويج جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح كما يشارك فى حماية الأعضاء الداخلية للزهرة. وقد تكون البتلات سائبة فيسمى التويج سائب أو منفصل البتلات Polypetalous كما فى زهرة القطن والمنثور أو ملتحمة فيسمى التويج ملتحم البتلات Gamopetalous كما فى الفصيلة الشفوية والباذنجانية مثل الريحان والطماطم. وغالبا ما يكون عدد البتلات فى التويج مساويا لعدد السبلات فى الكأس إلا أن بعض الأزهار قد تكون عديدة البتلات مثل أزهار بعض أنواع الورد والقرنفل. ويتخذ التويج أشكالا مختلفة منها الأنبوبى كما فى رتبة الأنبوبيات مثل الفصيلة العليقية فى الدائرى Rotate كما فى الطماطم والبتونيا والجرسى Campanulate والفراشى كما فى أزهار تحت الفصيلة الفراشية، والشفوى Labiate كما فى أزهار الفصيلة الشفوية، والمقنع Personate كما فى أزهار فصيلة حنك السبع، والقمعى Funnel-form كما فى أزهار الداتورة والدخان، والصليبى Cruciform. وقد ينعدم

التويج تماما كما فى نباتات الفصيلة اللبينية والفصيلة النحيلية وقد يختزل كما فى نباتات الفصيلة المركبة (شكل ٦-١١).



شكل ٦-١١: رسوم توضيحية لبعض الأشكال الشائعة للتويج.

التربيع الزهرى

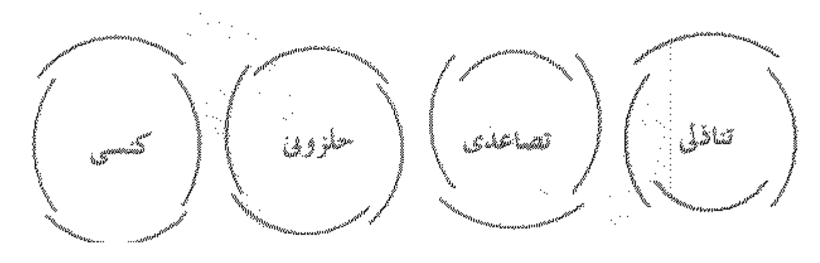
يعرف نظام ترتيب السبلات والبتلات على المحور الزهرى باسم التربيع الزهرى Aestivation فإذا كانت حواف السبلات والبتلات غير متراكبة فان هذا الترتيب يوصف بأنه مصراعى Valvate أما إذا كانت حواف السبلات والبتلات متداخلة فان هذا الترتيب يوصف بأنه متراكب Imbricate (شكل ٦-١٢)، ويتخذ نظام تراكب السبلات والبتلات الأشكال التالية:-

١. تراكب تنازلى Descending وفيه تكون السبلة أو البتلة الخلفية المقابلة للمحور خارجية تحيط السبلات أو البتلات المجاورة لها.

٢. تراكب تصاعدى Ascending وفيه تحيط السبلة أو البتلة الأمامية بالسبلات أو البتلات المجاورة لها.

٣. تراكب ملتف أو حلزونى Contorted or spiral وفيه تغطى إحدى حافتى السبلة أو البتلة حافة السبلة أو البتلة المجاورة بينما تتغطى الحافة الأخرى بالحافة الأخرى للسبلات أو البتلات المجاورة من الجانب الآخر

٤. تراكب كنسى Quincuncial وفيه تكون سبلتين أو بتلتين خارجيتان وسبلتان أو بتلتان خارجيتان أما السبلة أو البتلة الخامسة فتكون إحدى حافتيها داخلية والأخرى خارجية.

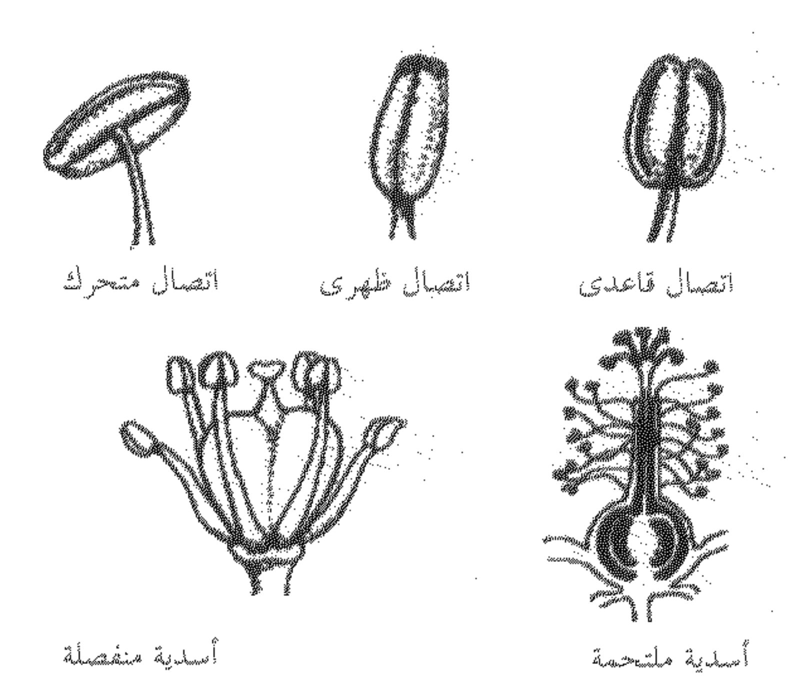


شكل ٦-١٢: رسوم توضيحية لأشكال التربيع الزهرى للسبلات والبتلات.

الطلع

يتكون الطلع Androecium من وحدات هى الأسدية وتتكون كل سداة من خيط ومتك، وقد يتصل الخيط بقاعدة المتك فيما يعرف بالاتصال القاعدى أو على طول استقامة المتك فيما يعرف بالاتصال الظهرى أو بنقطة واحدة فى جانب المتك

فيما يعرف بالاتصال المتحرك. وقد تكون الأسدية منفصلة أو ملتحمة الخيوط مرتبة في محيط واحد أو محيطين أو أكثر. وكثيرا ما تلتحم الأسدية مع البتلات وتسمى فوق بتلية Epipetalous، وقد تكون الأسدية متساوية الطول أو ذات أطوال مختلفة (شكل ٦-١٣). وقد تتحور بعض الأسدية إلى بتلات كما في زهرة الورد والمنثور، وقد تفقد الأسدية المتوك فتكون عقيمة.



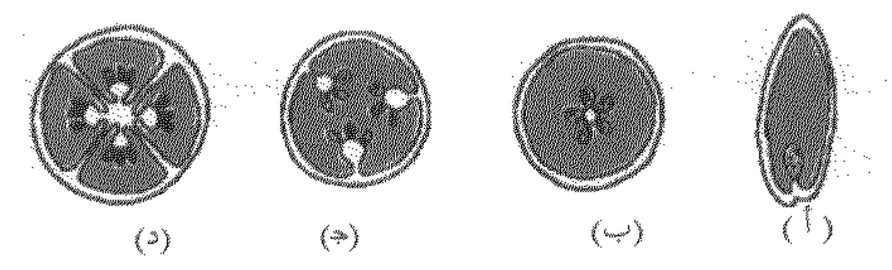
شكل ٦-١٣: رسوم توضيحية لأشكال اتصال الخيط بالمتك (أعلى) والأسدية الملتحمة أنبوبة سدائية كما فى الفصيلة الخبازية والأسدية الستة المنفصلة كما فى الفصيلة الصليبية (أسفل).

المتاع

يتكون المتاع Gynoecium من وحدات تسمى الكرابل، تتكون كل منها من ميض وقلم وميسم. وقد يتكون المتاع من كربلة واحدة أو عدد من الكرابل السائبة فيسمى المتاع بسائب أو منفصل الكرابل Apocarpous أومن كرابل ملتحمة فيسمى ملتحم الكرابل Syncarpous. وقد تلتحم المبايض فقط أو تلتحم المبايض والأقلام وقد تلتحم المبايض والأقلام والمياسم، وللميسم أشكالا مختلفة، فيتخذ شكل الريشة فى الأزهار هوائية التلقيح، أما فى الأزهار حشرية التلقيح فقد يكون وبريا لزجا أو ذو نتوءات لاجتذاب حبوب اللقاح من أجسام الحشرات. والمبيض هو الذى يحتوى البويضات وهو جسم قارورى الشكل يتكون من غرفة واحدة أو عدة غرف.

الوضع المشيمى

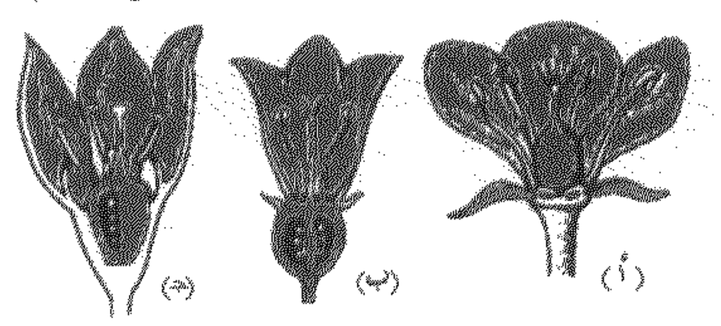
يسمى موضع اتصال البويضات داخل المبيض بالمشيمة Placenta وتتصل البويضات بالمشيمة بالحبل السرى Funicle، والوضع المشيمى Placentation هو طريقة اتصال البويضات داخل المبيض. وعندما تتصل البويضات بجدار مبيض وحيد الغرفة يعرف الوضع المشيمى بأنه حافى Marginal وعندما تتصل البويضات بجدار مبيض متعدد الغرف يعرف الوضع المشيمى بأنه جدارى Parietal، وعندما تتصل البويضات بمحور وسط المبيض يسمى وضع مشيمى محورى Axile، وعندما تتصل البويضات بعامود منبثق من قاعدة المبيض يعرف الوضع المشيمى بأنه مركزى سائب Free central، وعندما تتصل البويضات بقاعدة المبيض يسمى الوضع المشيمى قاعدى Basal، وعندما تتصل بقمة المبيض يسمى الوضع المشيمى قمى Apical (شكل ٦-١٤).



شكل ٦-١٤: رسوم توضيحية لأشكال الوضع المشيمى للبويضات داخل مبيض الزهرة: (أ) حافى، (ب) مركزى سائب ، (جـ) جدارى، (د) محورى

الوضع الطولى لأجزاء الزهرة

قد يكون المبيض فى موضع أعلى من أجزاء الزهرة الأخرى فيسمى المبيض علويا Superior بينما تسمى الزهرة سفلية أو تحت متاعية Hypogynous، وقد يكون المبيض سفليا Inferior والزهرة علوية Epigynous، وقد تكون كل أجزاء الزهرة فى مستوى واحد فتعرف الزهرة أنها محيطية Perigynous (شكل ٦-١٥).



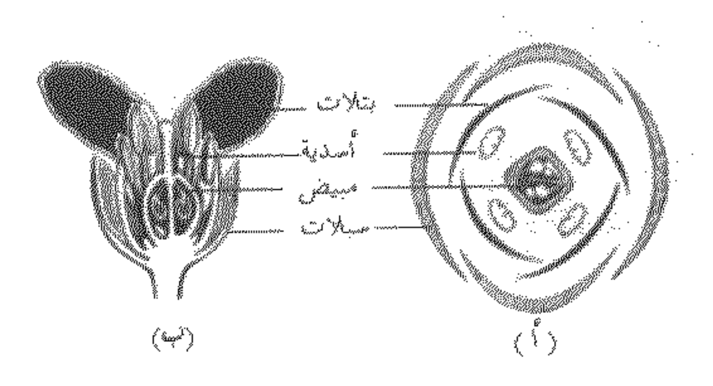
شكل ٦-١٥: رسوم توضيحية لوضع المبيض بالنسبة لأجزاء الزهرة الأخرى: (أ) زهرة سفلية، (ب) زهرة علوية، (جـ) زهرة محيطية

المسقط الزهرى

القطاع العرضى فى الزهرة أو المسقط الزهرى Floral diagram هو رسم تخطيطى يمثل تركيب الزهرة، ولرسم المسقط الزهرى (شكل ٦-١٦) يتم التعبير عن السبلات والبتلات بأقواس فى دائرتين الخارجية منهما تمثل سبلات الكأس بينما تمثل الداخلية بتلات التويج بحيث يكون عدد الأقواس مساوياً لعدد السبلات أو البتلات، كما يجب أن يكون حجم الأقواس متناسباً مع حجم السبلات أو البتلات النسبى، وإذا كانت السبلات أو البتلات ملتحمة توصل أطراف الأقواس ببعضها، وإذا كانت سائبة يوضح شكل تراكبها على الرسم، وإذا كان فوق الكأس موجود تمثل أوراقه بأقواس صغيرة خارج أقواس السبلات. ومن الملاحظات التى يجب أخذها فى الاعتبار أن البتلات فى الغالب تكون متبادلة مع السبلات. وعند التعبير عن الطلع تمثل كل سداة برمز يشبه حرف B من الحروف اللاتينية أو علامة ما لا نهاية ∞ التى تشير إلى أن المتك يتكون من فصين. وإذا كان عدد الأسدية مساو لعدد البتلات فان كل سداة تكون مقابلة لبتلة أو متبادلة معها وإذا كانت الأسدية ملتحمة مع البتلات (فوق بتلية) يوصل الحرف B أو العلامة ∞ بخط مستقيم بالبتلة المقابلة له. وعند التعبير عن الأسدية تمثل السداة العقيمة بنقطة. ويمثل المتاع فى المسقط الزهرى بقطاع عرضى فى المبيض، أو فى مبيض مخصب (ثمرة حديثة التكوين) كما يبدو تحت المجهر البسيط أو عدسة مكبرة، فى مركز المسقط الزهرى لتوضيح عدد غرف المبيض وعدد البويضات فى كل غرفة والوضع المشيمى (شكل ٦-١٦).

القطاع الطولى فى الزهرة

القطاع الطولى Longitudinal section فى الزهرة هو رسم تخطيطى للزهرة عند تصور مرور خط مستقيم من محور الزهرة إلى القنابة مارا بوسط الزهرة، وعند رسم هذا القطاع تمثل أجزاء الزهرة التى يمر بها القطاع بأحجامها النسبية (شكل ٦-١٦). وعند رسم القطاع الطولى يرسم عنق الزهرة بطوله النسبى والتخت بشكله الطبيعى ثم ترسم أجزاء الزهرة بترتيب مرور الخط المستقيم بها، فإذا مر الخط بسبلة ترسم بطولها النسبى وشكلها الطبيعى وكذلك بالنسبة للبتلات، وإذا مر الخط بالتقاء سبلتين أو بتلتين يرسم نتوء بسيط يختلف طوله حسب حالة التحام السبلات أو البتلات. وفى القطاع الطولى تمثل الأسداة بالخيوط والمتوك ويمثل المتاع بقطاع طولى كما يبدو تحت الميكروسكوب أو العدسة المكبرة.



شكل ٦-١٦: رسوم توضيحية لمسقط زهرى (أ) وقطاع طولى فى الزهرة (ب).

التناظر فى الزهرة

تسمى الزهرة متناظرة Actinomorphic أو منتظمة Regular إذا كان من الممكن تقسيمها إلى نصفين متشابهين بأكثر من قطاع طولى عند أى نقطة مختارة على المحيط الخارجى (كما تقطع الفطيرة إلى نصفين متشابهين)كما فى كثير من الفصائل مثل الفصيلة الزنبقية، وتسمى الزهرة وحيدة التناظر Zygomorphic إذا كان من الممكن تقسيمها إلى نصفين بقطاع طولى واحد كما فى الفصيلة الشفوية، وتسمى الزهرة عديمة التناظر Irregular عندما تكون أجزائها مرتبة طريقة لا يمكن معها قسمتها إلى جزئين متشابهين على الإطلاق كما فى زهرة الكانا.

الرموز الزهرية والقانون الزهرى

يرمز لأسماء المحيطات الزهرية والصفات التى تتميز بها الزهرة برموز قياسية اتفق عليها علماء التصنيف تستعمل لكتابة ما يسمى بالقانون الزهرى Floral formula يصف خصائص الزهرة بإيجاز. والرموز شائعة الاستخدام هى الرموز التالية:–

زهرة منتظمة = ⊕   زهرة غير متناظرة = %

زهرة خنثى = ♂&♀   زهرة مذكرة = ♂

زهرة مؤنثة = ♀   غلاف الزهرى = غل P

كأس = ك K أو س S   تويج = ت C أو ب P

طلع = ط A   متاع = م G

مبيض علوى = م $\underline{G}$ مبيض سفلى = م $\overline{G}$

وعند كتابة القانون الزهرى يكتب الرمز الدال على التناظر فى الزهرة أولا ثم الرمز الدال على جنسها يلى ذلك الرموز الدالة على المحيطات الزهرية بترتيبها من الخارج للداخل: الكأس فالتويج فالكأس فالمتاع ويذكر بعد رمز كل محيط العدد الدال على الأجزاء التى يتكون منها، وإذا كانت الأجزاء عديدة تكتب علامة ∞، وإذا كانت ملتحمة توضع بين قوسين، وإذا كان المبيض علوى (الزهرة سفلية) يوضع خط تحت الرمز الدال على المتاع وإذا كان المبيض سفلى (الزهرة علوية) يوضع خط فوق الرمز الدال على المتاع. ويمكن كتابة القانون الزهرى للزهرة الموضح مسقطها وقطاعها الطولى كما يلى: ⊕ ♂&♀ ك = ٤ ت = ٤ ط = ٤ م = <u>(٢)</u> قمى.

النورات

قد تكون الزهرة وحيدة تنشأ من برعم طرفى فى نهاية الساق ولكن أغلب كاسيات البذور تتميز بوجود الأزهار فى نورات. وتعرف النورة Inflorescence بأنها ترتيب الأزهار على المحور الزهرى. وتوجد عدة أنواع وأشكال من النورات تبعا لطبيعة نمو وتفرع المحور الزهرى وترتيب الأزهار عليه. وطبقا لطبيعة تفرع المحور الزهرى تنقسم النورات إلى نورات غير محدودة ونورات محدودة ونورات مختلطة. كما توجد أنواع من النورات تكون بها طبيعة تفرع المحور الزهرى غير واضحة وتصنف على أنها أنواع خاصة من النورات. والأهمية التصنيفية للنورات من الأمور المعروفة لعلماء التصنيف فبعض أنواع النورات تميز فصائل بعينها مثل الفصيلة الخيمية والفصيلة الشفوية والفصيلة المركبة والفصيلة النجيلية والفصيلة البوراجينية، وفى بعض الفصائل تميز النورة بعض القبائل والأجناس.

النورات غير المحدودة

فى النورات غير المحدودة Racemose لا ينتهى المحور بزهرة بل يستمر البرعم الطرفى فى النمو لزيادة طول المحور وتتكون الأزهار من البراعم الجانبية، وفى هذه النورات تكون الأزهار حديثة التكوين عند القمة والأزهار الأكبر سنا إلى أسفل، لذا يكون تفتح الأزهار على المحور الزهرى من أسفل إلى أعلى (شكل ٦-١٧). وتنقسم النورات غير المحدودة إلى الأنواع التالية:-

١. النورة العنقودية Raceme ومنها النورة العنقودية البسيطة Simple raceme وتتميز بأزهار معنقة ومحور مستطيل. وقد تكون النورة العنقودية مركبة Panicle حيث تنشأ على المحور نورات عنقودية بسيطة بدلا من الأزهار.

٢. السنبلة Spike ومنها السنبلة البسيطة Simple spike التى تتميز بمحور مستطيل وأزهار جالسة، والمركبة Compound spike حيث يحمل المحور سنابل بسيطة صغيرة تسمى سنيبلات Spikelets.

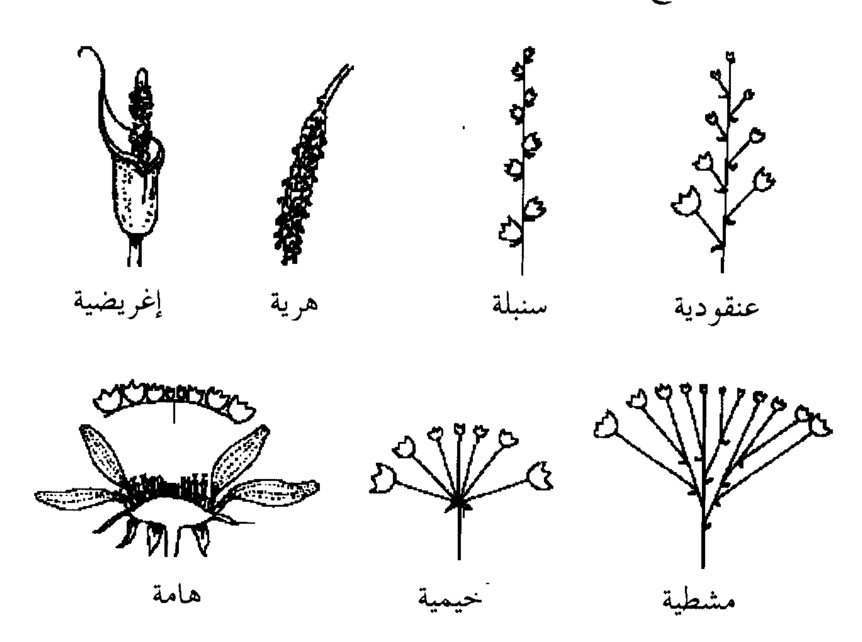
٣. النورة الهرية Catkin وهى تشبه السنبلة ولكنها تحمل أزهار وحيدة الجنس تتدلى من الساق كما فى الحور والصفصاف.

٤. النورة الاغريضية Spadix وتتميز بمحور مستطيل متشحم يسمى الاغريض يحمل أزهار وحيدة الجنس وتغلفه قنابة تعرف بالقينوى Spathe، وقد يتفرع الاغريض ويتكون كل فرع من سنبلة بسيطة كما فى نخيل البلح.

٥. النورة المشطية Corymb وهى نورة ذات محور مستطيل يحمل أزهار معنقة وتكون أعناق الأزهار السفلى الأكبر سنا أطول من أعناق الأزهار الحديثة.

٦. النورة الخيمية Umbel وهى نورة ذات محور قصير وتحمل أزهار معنقة تبدو متفرعة من مستوى واحد غالبا ما تكون مركية، وتميز هذه النورة نباتات الفصيلة الخيمية.

٧. النورة الرأسية أو الهامة Capitulum وهى ذات محور قصير مفلطح أو محدب أو كروى الشكل يحمل أزهار جالسة قد تكون وحيدة الجنس الأكبر سنا منها إلى الخارج والأحدث سناً إلى الداخل.



شكل ٦-١٧: رسوم توضيحية لأنواع النورات غير المحدودة.

النورات المحدودة

فى النورات المحدودة Cymose ينتهى المحور الزهرى بزهرة تنشأ من البرعم الطرفى ثم تتفرع الأزهار الأخرى من البراعم الجانبية. وقد يتكرر تفرع الفروع الجانبية عدة مرات بنفس الطريقة فتعرف النورات بأنها مركبة. وفى هذه النورات تكون الأزهار الأكبر سنا إلى أعلى بينما تكون الأزهار الأصغر سنا إلى أسفل(شكل ٦-١٨). ويوجد من النورة المحدودة ثلاث أنواع هى:-

١-النورة وحيدة الشعبة Monochasium وهى نورة ينتهى محورها بزهرة وتخرج زهرة جانبية واحدة فتسمى النورة بسيطة، أو تتفرع عدة أزهار من جانب واحد فتسمى النورة مركبة. ويوجد من النورة وحيدة الشعبة نوعان هما:

أ- النورة القوقعية Helicoid وفيها يكون تفرع الأزهار من جانب واحد دائما فيميل محور النورة فيما يشبه القوقعة.

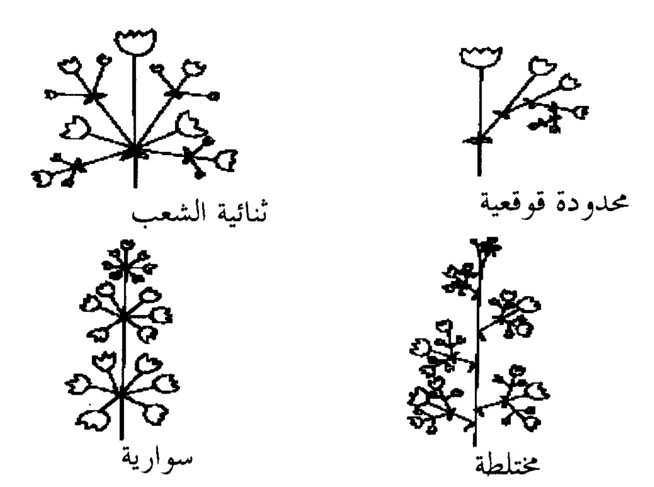
ب- النورة العقربية Scorpoid وفيها تخرج الأزهار من الجانبين على بالتبادل.

٢-النورة ثنائية الشعب Dichasium وفيها يتفرع المحور الأصلى إلى زهرتين جانبيتين متقابلتين فتسمى النورة بسيطة، وقد يتكرر التفرع على نفس النسق فتسمى النورة مركبة كما فى نورة الجيبسوفيلا.

٣-النورة عديدة الشعب Polychasium وفيها تتفرع عدة أزهار من مستوى واحد. وتشبه النورة عديدة الشعب النورة الخيمية غير المحدودة ولكن الأزهار الأكبر سنا تكون فى وسط النورة والأحدث إلى الخارج.

النورات المختلطة

فى هذه النورات يتفرع المحور الأصلى بطريقة غير محدودة بينما تتفرع الفروع الجانبية بطريقة محدودة كما فى العنب والزيتون على سبيل المثال أو يتفرع المحور الأصلى بطريقة غير محدودة بينما تكون النورات الجانبية غير محدودة، وفى النورة السوارية كما فى نباتات الفصيلة الشفوية يكون تفرع المحور الرئيسى غير محدود أم الفروع الجانبية فذات تفرع محدود (شكل ٦-١٨).



شكل ٦-١٨: رسوم توضيحية لبعض النورات المحدودة والمختلطة.

الثمار

يمكن تعريف الثمرة Fruit بأنها نتاج المبيض المخصب، فبعد الإخصاب ينضج المبيض لتكوين الثمرة بينما تبدأ أعضاء الزهرة الأخرى فى الذبول والسقوط، إلا أن بعض الثمار تتكون جزئياً من بعض أجزاء الزهرة الأخرى. وتسمى الأزهار التى تتكون من نضج المبيض المخصب فقط بالثمار الحقيقية True fruits أما الثمار التى تشارك أجزاء زهرية أخرى بالثمار الكاذبة False fruits (Pseudocarps) كما فى ثمرة التفاح والكمثرى. ووظيفة الثمار هى المحافظة على البذور التى تنشأ من نضج البويضات داخل المبيض وإمدادها بالغذاء حتى يتم نضجها ثم مساعدها على الانتشار، ولذلك قد يتفتح جدار الثمرة عند تمام نضجها، والثمار ذات أهمية فى تصنيف النبات حيث تميز بعض الفصائل مثل الفصيلة البقولية والفصيلة النجيلية والفصيلة المركبة وهى أكبر فصائل كاسيات البذور، كما تميز أنواع الثمار كثير من الأجناس. ويوجد من الثمار أنواع وطرز مختلفة ولكن تصنيفها لأغراض تعليمية يتم غالبا حسب نوع المبيض الذى نشأت منه إلى ثلاث أنواع رئيسية هى البسيطة والمتجمعة والمركبة:-

أ – الثمار البسيطة Simple fruits وهى الناتجة من نضج مبيض وحيد الكربلة أو يتكون من كرابل ملتحمة كما فى ثمار البسلة والطماطم.

ب _ الثمار المتجمعة Aggregated fruits وهى الناتجة من نضج مبيض يتكون من عدد من الكرابل السائبة كما فى ثمرة الورد.

جـ - الثمار المركبة Compound (Composite) fruits وهى الناتجة من نضج عدد من الأزهار التى تشكل نورة واحدة كما فى ثمار التوت.

الثمار البسيطة

تتميز الثمار البسيطة إلى نوعين هما: ثمار جافة Dry fruits وثمار غضة Fleshy fruits.

١- **الثمار الجافة** وهى ثمار غلافها جاف رقيق أو سميك أو خشبى لا يمكن تمييز أجزاؤه، وتنقسم الثمار الجافة إلى ثلاث أنواع هى:-

ثمار جافة غير متفتحة Dry indehiscent fruits وهى ثمار لا يتفتح جدارها أو ينشق وإنما تتحرر البذور بعد تحلل الجدار (شكل ٦-١٩) ، وتجدر الإشارة أن عدد البذور فى هذه الثمار قليل وقد تحتوى على بذرة واحدة. ويوجد من الثمار الجافة غير المتفتحة عدة طرز هى:-

١- البندقة Nut وهى ثمرة ناتجة عن نضج مبيض يتكون من كربلتين أو ثلاث ملتحمة ذو غرفة واحدة ولها غلاف خشبى غير ملتحم بالبذرة كما فى ثمار البندق واللوز.

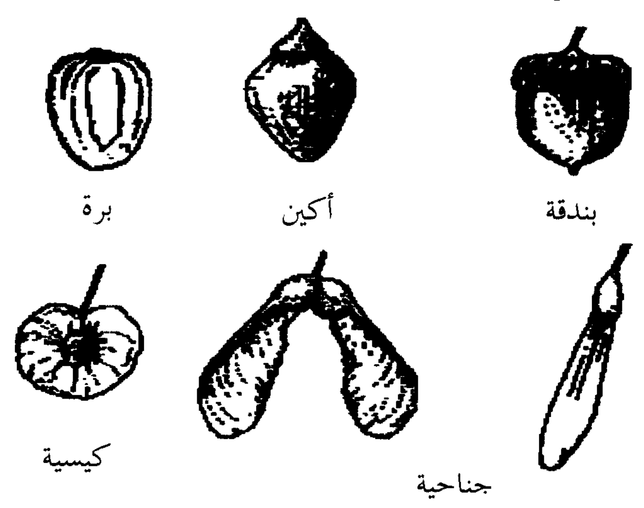
٢- السبسلا Cypsela وهى ثمرة ناتجة عن نضج مبيض يتكون من كربلتين لمبيض يتكون من غرفة واحدة وغلافها غشائى أو جلدى غير ملتحم بالبذرة كما فى ثمرة عباد (دوار) الشمس.

٣- الفقيرة أو الأكين Achene وهى ثمرة ناتجة عن نضج مبيض يتكون من كربلة واحدة وتحوى بذرة واحدة وغلافها غشائى أو جلدى غير ملتحم مع قصرة البذرة كثيرا ما تكون جزء من ثمرة متجمعة كما فى الورد.

٤- البرة Caryopsis وهى ثمرة تنشأ عن نضج مبيض يتكون من كربلة واحدة وتحوى بذرة يلتحم غلافها مع قصرة البذرة فيما يسمى بالحبة كما فى ثمار نباتات الحبوب مثل القمح والشعير والذرة والأرز.

٥- الجناحية Samara وهى تشبه الفقيرة والبرة فى نشأتها، إلا أن غلافها يمتد على هيئة أجنحة كما فى ثمرة أبى المكارم.

٦- الكيسية Utricle وهى ثمرة من نوع السبسلا ولكن غلافها ينتفخ فيبدو كجدار منفصل عن البذرة كما فى ثمار الحميض والرمرام.



شكل ٦-١٩: رسوم توضيحية لأشكال بعض الثمار البسيطة الجافة غير المتفتحة:

ثمار جافة متفتحة Dry dehiscent fruits وهى ثمار يتفتح جدارها بطرق مختلفة لتحرر البذور (شكل ٦-٢٠)، ويوجد من الثمار الجافة غير المتفتحة عدة طرز هى:-

١- الجرابية Follicle وهى ثمرة جافة تنشأ عن نضج مبيض يتكون من كربلة واحدة، وتتفتح طوليا على امتداد اللحام البطنى.

٢- القرنية أو البقلاء Legume وهى ثمرة جافة تنشأ عن نضج مبيض يتكون من كربلة واحدة وتحوى عدد قليل من البذور، وتتفتح الثمرة القرنية طوليا على امتداد اللحامين البطنى والظهرى.

٣- الخردلة Siliqua وهى ثمرة جافة تنشأ عن نضج مبيض يتكون من كربلتين بينهما حاجز كاذب وتحوى الخردلة عدد قليل من البذور وتتفتح طوليا على امتداد اللحامين البطنى والظهرى من أسفل إلى أعلى تاركا البذور ملتصقة بالحاجز الكاذب.

٤- العلبة Capsule وهى ثمرة جافة تنشأ عن نضج مبيض يتكون من كربلتين أو أكثر تتفتح بأربعة طرق مختلفة أهمها الطرز التالية:-

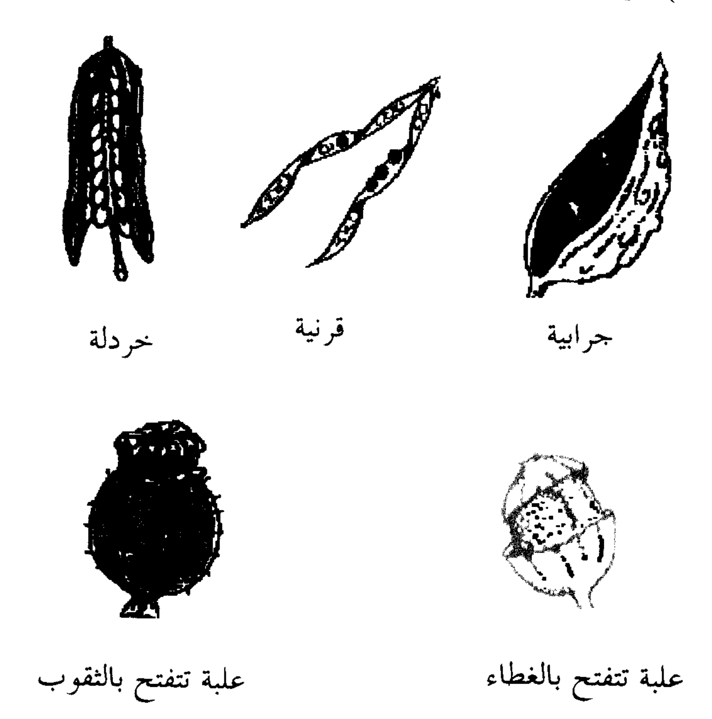
أ- علبة تتفتح بثقوب Pores تنشأ عند قمة الكرابل نتيجة الانفصال الجزئى للمياسم عند نضجها كما فى ثمار الفصيلة الخشخاشية.

ب- علبة تتفتح بأسنان Teeth تنشأ نتيجة انفصال جزئى للكرابل من أعلى كما فى ثمار الفصيلة القرنفلية.

ت- علبة تتفتح بواسطة غطاء Lid ينشأ نتيجة تفتح العلبة على امتداد خط دائرى فى منتصف المبيض أو فى الجزء العلوى منه بما يؤدى إلى انفصال الجزء العلوى كغطاء.

ث- علبة تتفتح بصمامات طولية Longitudinal valves كما فى ثمار القطن والبنفسج والكتان والداتورة.

ثمار جافة منشقة Dry schezocarpic fruits وهى ثمار تنشق إلى عدة ثمار جزئية (ثميرات) Mericarps تحوى كل منها على بذرة واحدة.



شكل ٦-٢٠: رسوم توضيحية لبعض أنواع الثمار البسيطة الجافة.

الثمار الغضة

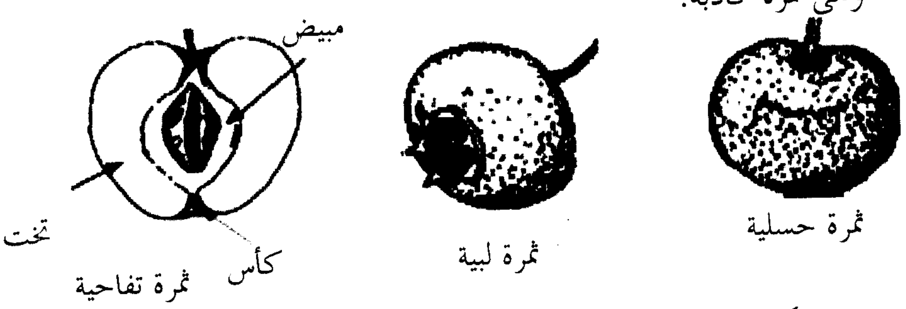
الثمار الغضة هى ثمار ذات جدار متشحم يتميز إلى ثلاث طبقات تسمى الخارجية منها غلاف خارجى Exocarp ويسمى الجزء اللحمى المتشحم منه غلاف أوسط

Mesocarp بينما تسمى الطبقة الداخلية غلاف داخلى Endocarp (شكل ٦-٢١).
ويوجد من الثمار الغضة ثلاث أنواع هى:-

الثمرة الحسلية Drupe وهى ثمرة غلافها الخارجى جلدى رقيق والأوسط شحمى سميك ممتلئ بالعصارة والداخلى خشبى صلب يغلف بذرة واحدة كما فى ثمار المشمش والخوخ (شكل ٦-٢٢) والبرقوق والزيتون.

الثمرة اللبية Berry وهى تشبه الثمرة الحسلية ولكن الغلاف الداخلى بها غير صلب بل غشائى يحيط ببذرة واحدة كما فى ثمرة البلح (التمر) أو لحمى يغلف بذور عديدة كما فى بذور العنب والطماطم (شكل ٦-٢٢).

الثمرة التفاحية Pome وهى تشبه الثمرة اللبية ولكن غلافها الخارجى والداخلى لا يتكونان من نضج المبيض بل من نضج التخت الذى يشارك فى تكوين الثمرة، وهى ثمرة كاذبة.



شكل ٦-٢١: رسوم توضيحية لتركيب وأنواع الثمار الغضة.

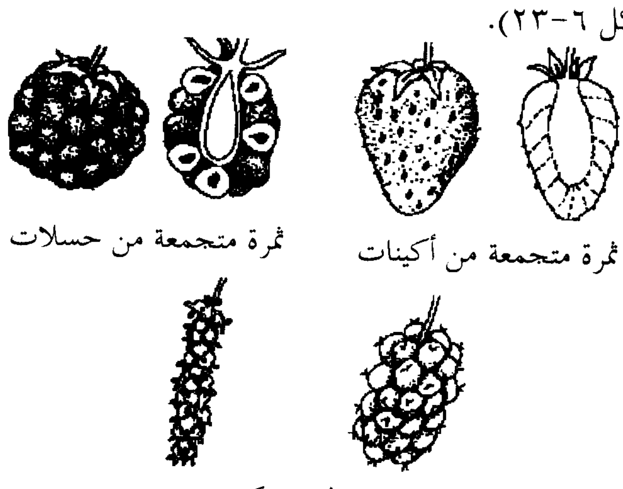
الثمار المتجمعة

غالبا ما تتكون الثمار المتجمعة من عدة ثمار بسيطة نشأت كل منها من نضج إحدى كرابل المبيض، وتشمل ثمار متجمعة من عدد من الفقيرات كما فى ثمرة الورد وثمرة

الفراولة وثمار متجمعة من عدد من الجرابيات كما فى ثمرة بودرة العفريت وثمار متجمعة من عدد من الحسلات كما فى بعض نباتات الفصيلة الوردية (شكل ٦-٢٣).

الثمار المركبة

تنشأ الثمار المركبة كما أسلفنا من نضج عدد من الأزهار الموجودة فى نورة واحدة وتشترك مع بعضها فى تكوين الثمرة. ويوجد من الثمار المركبة نوعان شائعان فى نباتات الفصيلة التوتية هما الثمرة التوتية التى تميز جنس التوت والثمرة التينية التى تميز جنس التين (شكل ٦-٢٣).



شكل ٦-٢٣: رسوم توضيحية للثمار المتجمعة والمركبة.



الفصل الرابع

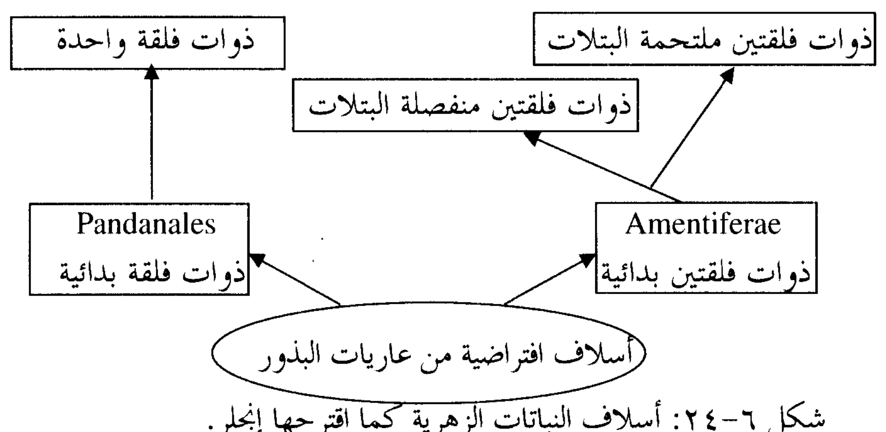
تصنيف كاسيات البذور

مقدمة

منذ القرن السابع عشر تأخذ نظم تصنيف النباتات الزهرية برأى العالم الانجليزى جون راى John Ray (١٦٢٨-١٧٠٥م) بأهمية وجود فلقتين أو فلقة واحدة فى بذور كاسيات البذور، ومن ثم تصنف كاسيات البذور إلى مجموعتين هما ذوات الفلقتين Dicotyledoneae وذوات الفلقة الواحدة Monocotyledoneae، أما تقسيم كلا المجموعتين إلى رتب وفصائل فقد اختلف فيه العلماء. واليوم تتعدد نظم تصنيف كاسيات بين نظم تقليدية تعود إلى نهاية القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين لعل أشهرها هى نظم الألمانى إنجلر Engler والأمريكى بسى Bessey والإنجليزى هتشنسون Hutchinson ونظم أكثر حداثة منها نظم الروسى تختيان Takhtajan والأمريكى كرونكست Cronquist والهولندى داجرين Dahlgren والأمريكى سبورن Sporne.

تصنف كاسيات البذور إلى رتب وأجناس وفصائل تبعا لنظام إنجلر فى أوربا عدا بريطانيا حيث يستخدم نظام بنثام وهوكر. ورغم المآخذ على نظام إنجلر وتعديله عدة مرات لازال نظام إنجلر المعدل مستخدماً فى كثير من المعاهد والمعشبات الأوربية وتم الأخذ به عند ترتيب النباتات فى الفلورا الأوربية الحديثة التى تضافرت جهود علماء النبات الأوربيين فى إعدادها بين عام ١٩٦٤م وعام ١٩٨٠م. عند ترتيب ذوات

الفلقتين وضع إنجلر الرتب التي تضم نباتات ذات أزهار عارية هوائية التلقيح ومرتبة في نورات هرية والتي أسماها الهريات Amentiferae مثل الكازورينات Casuarinales التي ينتمي إليها الكازوارنيا والصفصافيات Salicales التي تضم الحور والصفصاف في مستويات تطورية سفلى، تعلوها الرتب التي تضم نباتات تتميز بتراكيب زهرية أكثر تعقيدا في مجموعتين هما سائبة البتلات وملتحمة البتلات، وعند ترتيب ذات الفلقة الواحدة وضع الباندانيلات Pandanales التي ينتمي إليها نبات ذيل القط في أدنى مستوى تطوري ومنها نشأت ذوات الفلقة الواحدة (شكل ٦-٢٤).



شكل ٦-٢٤: أسلاف النباتات الزهرية كما اقترحها إنجلر.

ولكثير من علماء النبات المعاصرين تحفظات على بعض الأسس التي يقوم عليها نظام إنجلر وترتيب كثير من الفصائل به. ولعل أهم المآخذ على نظام إنجلر ما يلي:-

١- اعتباره الشقيقيات رتبة متطورة نسبيا بينما تثبت الدراسات الحديثة أنها بدائية.

٢- اعتباره ذوات الفلقة الواحدة أقل رقيا من ذوات الفلقتين.

٣- تقسيمه ذوات الفلقتين إلى منفصلة وملتحمة البتلات لا يستند إلى أساس تطوري.

وقد قدم هتشنسون نظاما لتصنيف كاسيات البـذور تضـمن تقسـيم ذوات الفلقتين إلى نباتات عشبية ونباتات خشبية بما يماثل النظم الصناعية القديمة القائمة علـى أساس طبيعة النمو مما أدى إلى تباعد بين بعض الرتب قريبة الصلة وبما لا يتفـق مـع أواصر القرابة التى تقوم عليها النظم التطورية الحديثة. اشتمل تصنيف هتشنسون علـى ٨٢ رتبة و٣٤٢ فصيلة من ذوات الفلقتين مرتبة فى خطين تطوريين أحدهما يشمل ٥٤ رتبة مستمدة من أصل خشبى والآخر يضم ٢٨ رتبة مستمدة من أصل عشـبى، كمـا يشمل ٢٩ رتبة و٦٩ فصيلة من ذوات الفلقة الواحدة فى خط تطورى واحد مسـتمد من الشقيقيات التى تضم عديدة الأجزاء الزهرية المنفصلة.

فى نظم التصنيف الحديثة كنظام كرونكست Cronquist ونظام تختيان Takhtajan تسمى النباتات الزهرية قسم النباتات المانولية Magnoliophyta وتسمى ذوات الفلقتين المانوليبسيدات Magnoloiopsida وتسمى ذوات الفلقة الواحدة الزنبقسيدات Liliopsida، وتعتبر رتبة المانوليات التى تضم نباتات خشبية ذات أزهار عديدة الأجزاء الزهرية المنفصلة أقدم النباتات الزهرية وأكثرها بدائية ومنها انبثقت عدة خطوط تطورية على التوازى أو التوالى أدت إلى نشوء عدة مجموعات تضم كل منها رتب تربطها صلات قرابة.

وفى نظام كرونكست تقسم ذوات الفلقتين إلى ست تحت طوائف بينما تقسم ذوات الفلقة الواحدة إلى خمس، أما فى نظام تختيان فيرتفع عدد تحت طوائف ذوات الفلقتين إلى سبعة بينما ينخفض عدد طوائف ذوات الفلقة الواحدة إلى ثلاث فقط.

وبينما يصنف كرونكست كاسيات البذور إلى ٨٣ رتبة تضم ٣٨٣ فصيلة، يصنفها تختيان إلى ٩٢ رتبة تضم ٤١٠ فصيلة.

ورغم تعدد نظم تصنيف النباتات الزهرية يرى بعض التقدميون من علماء التصنيف عدم كفاية هذه النظم لايضاح نشأة النباتات الزهرية وتطورها وعلاقاها القرابية القائمة على الأواصر الوراثية بينها. وللوصول إلى تصنيف يعكس هذه العلاقات تأخذ الدراسات الحديثة باستخدام دلائل مستمدة من خصائص خفية عن العين المجردة أو المجهر الضوئى يتم الاستدلال عليها بطرق جزيئية حديثة وتطبيق مفاهيم وطرق جديدة فى التصنيف باستخدام الحاسبات الآلية. ورغم ذلك وفى ضوء العدد الكبير من أنواع وأجناس كاسيات البذور، فان الأغراض التعليمية تقتضى تدريس تصنيف كاسيات البذور لمرحلة البكالوريوس على مستوى الفصائل التى يتم تمييزها عن بعضها البعض بصفات مستمدة من الشكل الظاهرى للنبات، ومن ثم فاننا سوف نتناول بعض الفصائل التى تنتشر النباتات المنتمية إليها فى الفلورا المصرية وفلورا بعض الأقطار العربية الأخرى.

وذوات الفلقتين أكثر شيوعا وانتشارا من ذوات الفلقة الواحدة إذ تشير الإحصائيات أن عدد أنواع النباتات ذوات الفلقتين يصل إلى حوالى ١٨٥ ألف نوع بينما يصل عدد أنواع ذوات الفلقة الواحدة حوالى ٦٥ ألف نوع. ولا تختلف ذوات الفلقتين عن ذوات الفلقة الواحدة فى أن الأولى ذات بذور تحوى فلقتين والثانية ذات بذور تحوى فلقة واحدة فقط، ولكن هناك عدد من الصفات الأخرى التى تميز ذوات الفلقتين عن ذوات الفلقة الواحدة يمكن تلخيصها فى الجدول رقم ٧-١. وذوات الفلقتين هى الأقدم ظهوراً على الأرض وهى أكثر تنوعا فى صفات النباتات المنتمية إليها

من ذوات الفلقة الواحدة التى تبدو صفات النباتات المنتمية إليها أكثر تجانسا. وسوف نشير إلى صفات بعض الفصائل الشهيرة من ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة مع ذكر أمثلة لبعض النباتات الهامة التابعة لكل فصيلة.

جدول ٦-١: قائمة موجزة بالصفات التى تميز بين ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة.

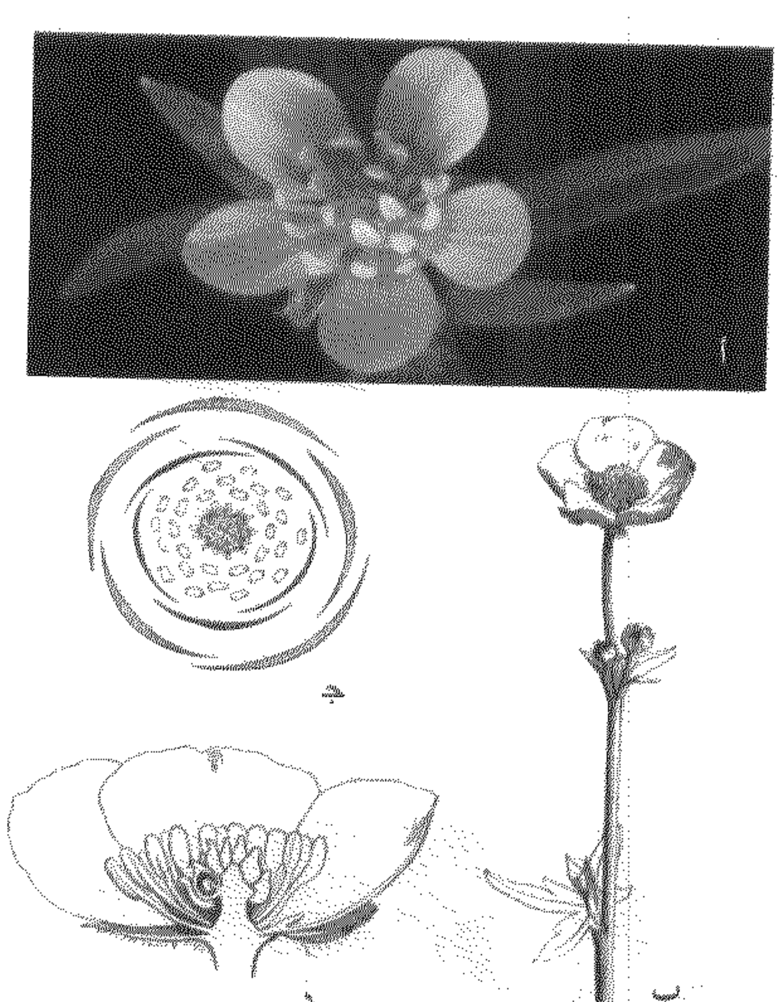
مسلسل	الصفة	ذوات الفلقتين	ذوات الفلقة الواحدة
١	عدد فلقات البذرة	اثنين ونادرا ثلاثة أو أربعة	فلقة واحدة
٢	الجذور	وتدية (أصلية) غالبا	عرضية غالبا
٣	السيقان	متفرعة غالبا	غير متفرعة غالبا
٤	الأوراق	بسيطة أو مركبة معنقة غالبا وذات تعرق شبكى	بسيطة جالسة وذات تعرق متوازى
٥	الشكل العام	خشبية أو عشبية	عشبية وتكثر بها السيقان الأرضية
٦	الحزم الوعائية فى السيقان	مفتوحة ومتراصة فى أسطوانة وعائية تفصل النسيج الأساسى إلى قشرة ونخاع	مغلقة ومبعثرة فى النسيج الأساسى الذى لا يتميز إلى قشرة ونخاع
٧	التغلظ الثانوى	شائع الحدوث	نادر الحدوث
٨	الغلاف الزهرى	متميز إلى كأس وتويج ونادرا ما يكون غائباً أو مختزلاً	غالبا غير متميز إلى كأس وتويج
٩	عدد أجزاء الزهرة	غالبا خمسة أو أربعة قد تكون متضاعفة وأحيانا عديدة أما الكرابل فهى أقل	ثلاثة أو ستة أما الكرابل فغالبا ما تكون ثلاث أو أقل
١٠	المحور الزهرى	يقابل السبلة الخلفية للكأس غالبا	يقابل التقاء ورقتين زهريتين
١١	حبوب اللقاح	لها أكثر من فتحة غالبا	لها فتحة واحدة غالبا
١٢	اللبن النباتى	يوجد فى بعض الفصائل أو الأجناس	غير موجود

فصائل من ذوات الفلقتين

الفصيلة الشقيقية

تضم الفصيلة الشقيقية Ranunculaceae أعشاب حولية أو معمرة والقليل منها شجيرات ذات أوراق بسيطة أو مركبة مشرحة الحافة تعمر بعض نباتاها بواسطة الدرنات أو الريزومات. الغلاف الزهرى فى محيطين يختلف عدد أوراقهما الزهرية من جنس لآخر داخل الفصيلة إلا أن السبلات غالبا ما تكون ملونة بينما تكون البتلات مختزلة أو متحورة إلى أوراق رحيقية أو مهاميز. الطلع عديد الأسدية فى محيطات متتالية، المتاع من كرابل سائبة عديدة غالبا ومن ثلاث كرابل فقط فى بعض الأجناس وبكل كربلة عدة بويضات فى وضع مشيمى حافى، وتختلف الثمرة من جنس لآخر فهى جرابية فى العائق، أو أكين فى الشقيق والأنيمون أو علبة كما فى حبة البركة أو الحبة السوداء.

من النباتات التابعة للفصيلة الشقيقية بعض نباتات الزينة أيضا مثل بعض أنواع العايق *Delphinium* والشقيق *Ranunculus* كما ينتمى إليها نباتات برية مثل الأدونس *Adonis* والأنيمون *Anemone* ونباتات طبية مثل حبة البركة *Nigella sativa* التى تحوى مواد مضادة للميكروبات وزيت فعال فى علاج السعال والصدر ويساعد على إدرار البول وبرنس الراهب *Aconitum* ويستخرج من جذور بعض أنواعه الدرنية مادة الأكونيت Aconite التى تستعمل فى علاج الروماتيزم والحمى وإزالة الآلام. ويوضح شكل ٦–٢٥ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الشقيقية.



شكل ٦-٢٥: بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الشقيقية: (أ) صورة فوتوغرافية لزهرة أحد أنواع الشقيق، (ب) رسم تخطيطى لفرع زهرى من نبات الشقيق، (جـ) مسقط زهرى لزهرة الشقيق، (د). قطاع طولى فى الزهرة.

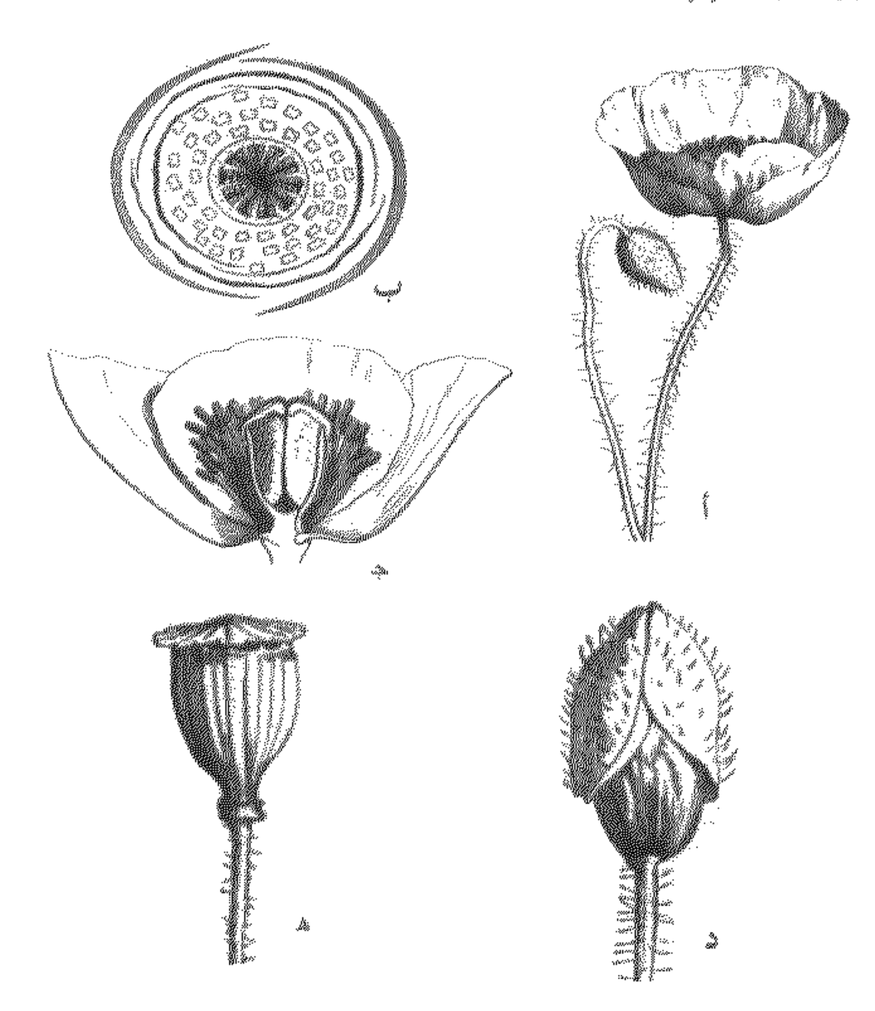
الفصيلة الخشخاشية

نباتات الفصيلة الخشخاشية Papaveraceae أعشاب حولية أو معمرة ونادرا أشجار أو شجيرات ذات أوراق متبادلة بسيطة أو مركبة، تتميز بعض النباتات المنتمية إليها بوجود لبن نباتي Latex. الأزهار خنثى منتظمة ذات محيط زهرى يتكون من كأس من سبلتين تسقطان عند تفتح الزهرة وتويج من أربعة بتلات ملونة، الطلع عديد الأسدية السائبة، والمتاع من كرابل عديدة ملتحمة، والمبيض وحيد الغرفة يحوى بويضات عديدة فى وضع مشيمى جدارى، الثمرة علبة تتفتح بالثقوب أو المصاريع.

من النباتات الهامة التى تنتمى إلى هذه الفصيلة جنس الخشخاش *Papaver* الذى ينتمى إليه خشخاش الأفيون *Papaver somniferum* الذى تستخلص من ثماره غير الناضجة الأفيون الذى يحتوى على قلويدات مخدرة. كما ينتمى إليها نبات الزينة المسمى خشخاش الزهور *Papaver rhoes*. ويوضح شكل ٦-٢٦ بعض الصور الفوتوغرافية وشكل ٦-٢٧ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الخشخاشية.



شكل ٦-٢٦: صورة فوتوغرافية لزهرة خشخاش الزهور (إلى اليمين) ولثمار خشخاش الأفيون (إلى اليسار) من الفصيلة الخشخاشية.

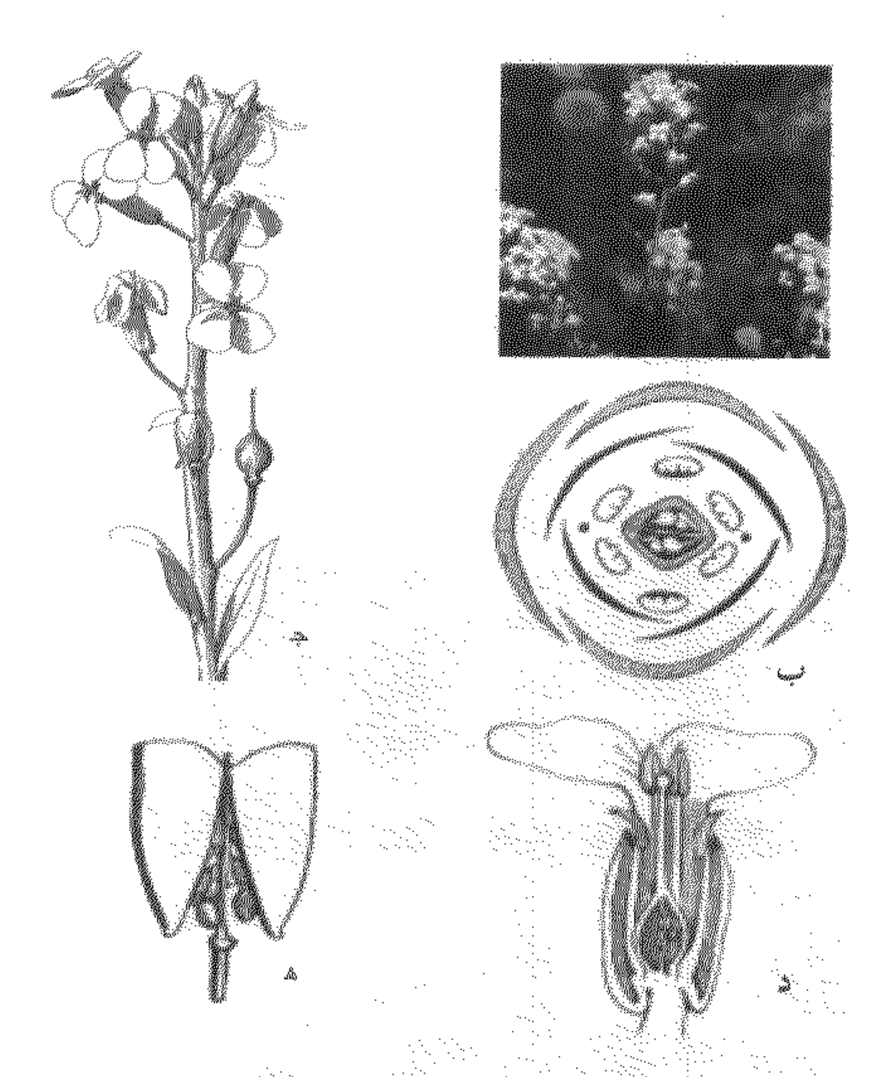


شكل ٦-٢٧: بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الخشخاشية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى من نبات الخشخاش، (ب) مسقط زهرى لزهرة الخشخاش، (جـ) قطاع طولى فى الزهرة، (د) رسم تخطيطى لبرعم زهرى، (هـ) رسم تخطيطى لثمرة الخشخاش.

الفصيلة الصليبية

الفصيلة الصليبية Cruciferae (الخردلية Brassicaceae) إحدى الفصائل الشهيرة من كاسيات البذور تضم نباتات عشبية حولية أو معمرة ذات أوراق متبادلة بسيطة غالبا ما تكون مغطاة بشعيرات وأزهار خنثى وحيدة التناظر. الكأس من أربعة سبلات منفصلة فى محيطين والتويج من أربعة بتلات منفصلة متبادلة مع السبلات، الطلع من ستة أسدية فى محيطين الخارجى من سداتين ذوى أقلام قصيرة والداخلى من أربعة أسدية قصيرة. المتاع من كربلتان ملتحمتان والمبيض علوى وحيد الغرفة يحوى بويضات عديدة فى وضع مشيمى جدارى. غالبا ما تنمو حاجز كاذب ليفصل المبيض بعض الاخصاب إلى غرفتين، الثمرة خردلة أو خريدلة (شكل ٦-٢٨).

يتبع الفصيلة الصليبية بعض الخضروات الغنية بالمواد العضوية الكبريتية مثل الكرنب *Brassica oleracea v capitata* والقرنبيط *Brassica oleracea v botrytis* واللفت *Brassica rapa* والفجل *Raphanus sativus* والجرجير *Eruca sativa*، كما ينتمى إليها نبات الخردل *Sinapis* ومنه الخردل الأسود *Sinapis nigra* الذى تؤكل أوراقه لفتح الشهية ويستخرج من بذوره مسحوق المستردة Mustard والخردل الأبيض *Sinapis alba* الذى تؤكل أوراقه مع السلاطة ويستخرج من بذوره زيت لازع يستخدم فى الاضاءة وصناعة الصابون، كما ينتمى إلى الفصيلة الفصيلة بعض نباتات الزينة مثل المنثور *Mathiola humilus* وكثير من النباتات البرية منها نبات السلة *Zilla spinosa* واسع الانتشار فى الصحارى العربية ويتميز بسقان متحورة إلى أشواك حادة ونبات كيس الراعى *Capsella bursa-pastoris* الذى ينمو كعشب فى حقول المزروعات.



شكل ٦–٢٨: بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الخردلية: (أ) صورة فوتوغرافية لزهرة أحد أنواع الخردل، (ب) مسقط زهرى لزهرة الخردل، (جـ) رسم تخطيطى لفرع زهرى من نبات الخردل، (د) قطاع طولى فى الزهرة، (هـ) رسم تخطيطى لثمرة الخردل

الفصيلة الوردية

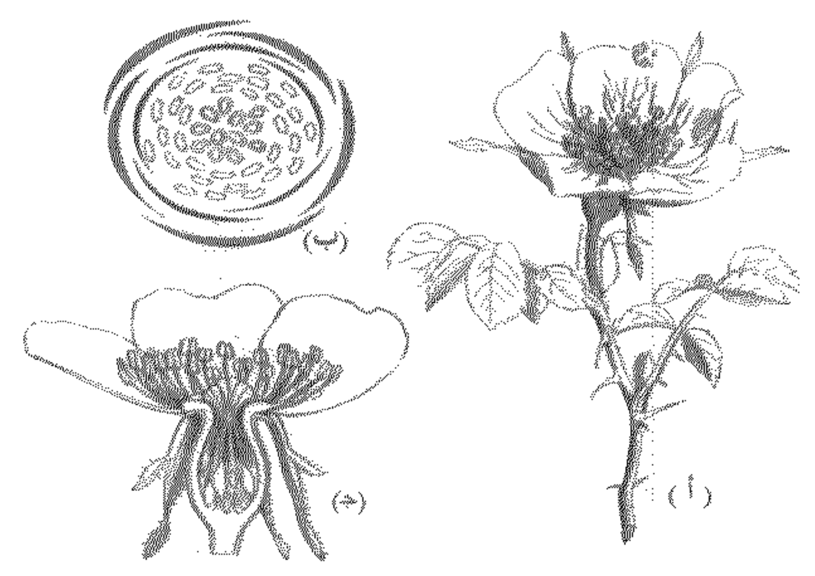
نباتات الفصيلة الوردية Rosaceae أشجار وشجيرات وأحيانا أعشاب أو متسلقات ذات أوراق بسيطة أو مركبة متبادلة أو متقابلة ذات أذينات ملتحمة مع العنق مستديمة أو متساقطة، الأزهار خنثى أو وحيدة الجنس منتظمة خماسية الكأس والتويج غالبا، بينما يختلف تركيب الطلع والمتاع ونوع الثمرة كثيرا بين الأجناس التي تنتمي إلى الفصيلة لكن البذرة لاإندوسبرمية في كل نباتات الفصيلة. تصنف الفصيلة الوردية إلى تحت فصائل منها الوردية Rosoideae والمشمشية Prunoideae والتفاحية Pomoideae. ويضم شكل ٦-٢٩ صور فوتوغرافية لبعض النباتات المنتمية إلى الفصيلة الوردية.



شكل ٦-٢٩: صور فوتوغرافية لبعض نباتات الفصيلة الوردية.

تحت الفصيلة الوردية

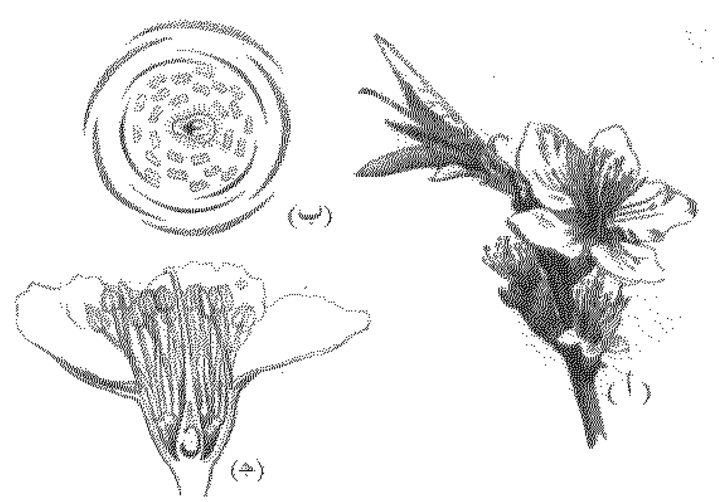
نباتات تحت الفصيلة الوردية Rosoideae أشجار أو شجيرات ذات سيقان شوكية وأوراق مركبة وأذينات مستديمة وأزهار محيطية على تخت شحمي قارورى أو محدب يحمل كرابل منفصلة بكل منها بويضة واحدة فى وضع مشيمى قمى أما الأسدية فهى عديدة وتتحور بعضها إلى بتلات، الثمرة متجمعة من عدد من الأكينات (شكل ٦–٣٠). جنس الورد *Rosa* هو أهم النباتات التى تنتمى إلى تحت الفصيلة الوردية وهو نبات زينة شهير تنتمى إليه كثير من الأنواع ويستخرج عطر الورد من الورد الدمشقى *Rosa damascena* كما ينتمى إلى تحت الفصيلة أيضا الفراولة (الشليك) *Fragaria*.



شكل ٦–٣٠: بعض الصفات المميزة لنباتات تحت الفصيلة الوردية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى من نبات الورد، (ب) مسقط زهرى لزهرة الورد، (جـ) قطاع طولى فى الزهرة.

تحت الفصيلة المشمشية

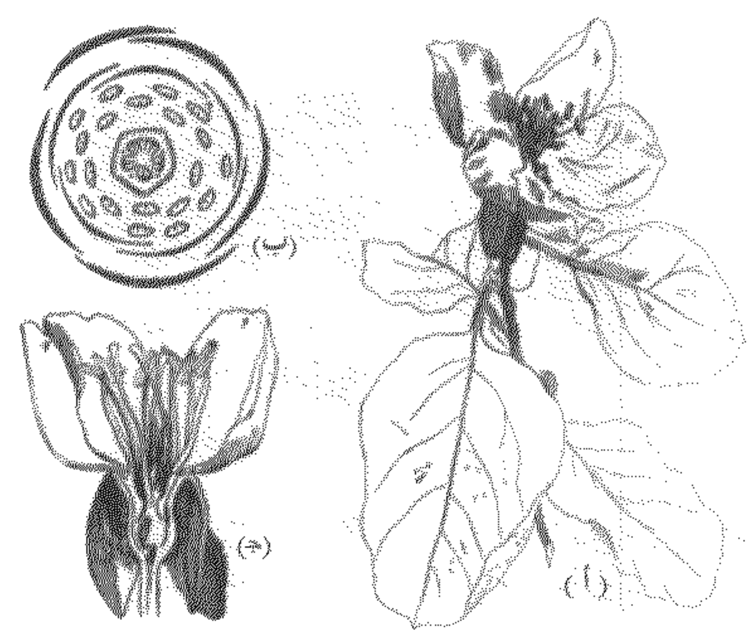
نباتات تحت الفصيلة المشمشية Prunoideae أشجار ذات أوراق بسيطة وأذينات متساقطة وأزهار خنثى محيطية ذات تخت مقعر بداخله كربلة واحدة تحوى بويضتان فى وضع مشيمى قمى، الطلع من ٣٠ سداة فى ثلاث محيطات كل منها عشرة أسدية، الثمرة حسلية (شكل ٦-٣١). أهم النباتات التى تنتمى إلى تحت الفصيلة المشمشية أشجار الفاكهة وحيدة البذرة التى تتبع جنس البرونس *Prunus* مثل المشمش *Prunus armeniaca* والخوخ *Prunus persica* والبرقوق *Prunus domestica* واللوز *Prunus amygdalis* والكريز *Prunus cerasus*، وشجرة برونس العذراء *Prunus virginiana* ويستخرج من قشرها المحلب وهو مسكن للسعال.



شكل ٦-٣١: بعض الصفات المميزة لنباتات تحت الفصيلة المشمشية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى، (ب) مسقط زهرى لزهرة نبات المشمش، (هـ) قطاع طولى فى الزهرة.

تحت الفصيلة التفاحية

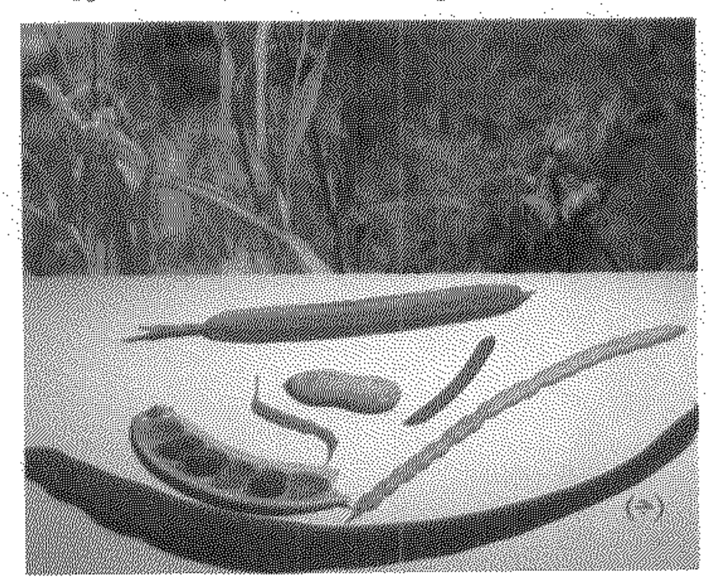
نباتات تحت الفصيلة التفاحية Pomoideae أشجار ذات أوراق بسيطة وأذينات متساقطة وأزهار علوية، يتكون الطلع بها من ٢٠ سداة فى ثلاث محيطات الخارجى من ١٠ أسدية والأوسط والداخلى من خمسة أسدية، المتاع من خمس كرابل وخمسة غرف بكل منها بويضتان فى وضع مشيمى محورى والثمرة كاذبة (شكل ٦–٣٢). من النباتات الهامة فى تحت الفصيلة التفاحية التفاح *Pyrus malus* والكمثرى *Pyrus communis* والبشملة *Eriobotrya japonica* والسفرجل *Cydonia vulgaris*.



شكل ٦–٣٢: بعض الصفات المميزة لنباتات تحت الفصيلة التفاحية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى (ب) مسقط زهرى لزهرة التفاح، (جـ) قطاع طولى فى الزهرة.

الفصيلة البقولية

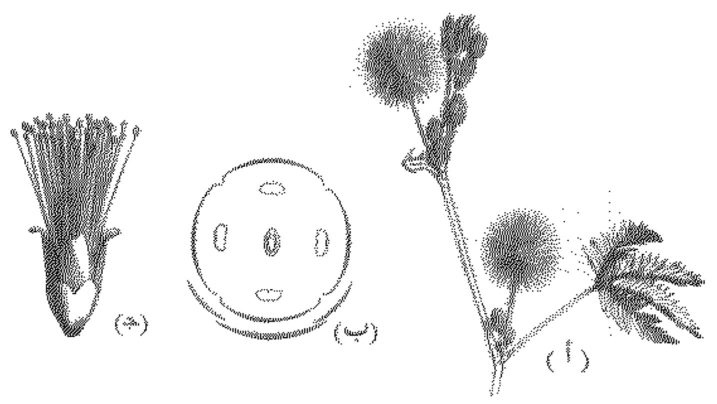
الفصيلة البقولية Leguminosae) من أكبر فصائل كاسيات البذور وتعتبر أهـــم الفصائل بعد الفصيلة النجيلية من حيث الأهمية الاقتصادية للنباتات التي تنتمي إليهـــا، تتميز نباتات هذه الفصيلة بمتاع من كربلة واحدة وبويضات في وضع مشيمي حـــافي وثمرة قرنية وبذرة لا إندوسبرمية، إلا أن الأجناس في هذه الفصيلة تتبـــاين في صـــفاتها الخضرية والزهرية ومن ثم تصنف في ثلاث تحت فصائل هي الطلحيـــة Memosoideae والبقمية Caesalpinoideae والفولية Faboideae (الفراشية Papilionoideae). ويضـــم شكل ٦–٣٣ صور فوتوغرافية لبعض النباتات المنتمية إلى الفصيلة الوردية.



شكل ٦–٣٣: صور فوتوغرافية لبعض نباتات تحت الفصيلة الفولية (أ، ب) ولبعض أشكال الثمرة القرنية (البقلاء) التي تتميز بها الفصيلة البقولية (جـ).

تحت الفصيلة الطلحية

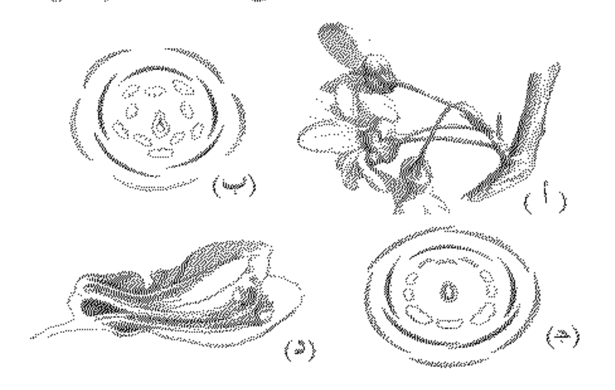
تضم تحت الفصيلة الطلحية Memosoideae أشجار وشجيرات ذات أوراق مركبة ريشية متضاعفة قد تتحور أذيناتها إلى أشواك كما في السنط. الزهرة منتظمة سفلية أو محيطية في نورات عنقودية أو سنبلية رباعية أو خماسية الكأس والتويج، وقد يتساوى عدد الأسدية مع عدد البتلات أو يكون ضعفه وقد تكون الأسدية عديدة منفصلة أو ملتحمة في أنبوبة أو عدة أنابيب سدائية، المتاع كربلة واحدة تحوى عدة بويضات في وضع مشيمى حافي والثمرة قرنية تنخصر من الخارج بين البذور وتسمى قرطة (شكل ٦–٣٤). من النباتات الشهيرة التي تنتمى لتحت الفصيلة الطلحية جنس الطلح (السنط) وتوجد منه عدة أنواع تنمو في الصحارى منها الصمغ العربي *Acacia arabica* والسنط الأسترالى *Acacia saligna* والفتنة *Acacia farnesiana* كما ينتمى إليها نباتات حدائق مثل (اللبخ) دقن الباشا *Albizzia lebbek* والست المستحية *Mimosa pudica*.



شكل ٦–٣٤: بعض الصفات المميزة لنباتات تحت الفصيلة الطلحية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى لأحد أنواع الميموزا (ب) مسقط زهرى لزهرة، (جـ) رسم تخطيطى لزهرة الطلح.

تحت الفصيلة البقمية

نباتات تحت الفصيلة البقمية Caesalpinoideae أشجار وشجيرات ذات أوراق مركبة ريشية متضاعفة قد تتحور إلى أشواك وأحيانا بسيطة، الأزهار خنثى محيطية وحيدة التناظر فى نورات عنقودية خماسية الكأس والتويج، الأسدية عشرة بعضها عقيمة وقد تكون خمسة، المتاع كربلة واحدة تحوى عدة بويضات فى وضع مشيمى حافى والثمرة قرنية (شكل ٦-٣٥). تضم النباتات التى تنتمى إلى تحت الفصيلة البقمية بعض أشجار الظل ذات أزهار جميلة تزرع للزينة فى الطرق مثل خف الجمل *Bauhenia variegata* والبوانسيانا *Dolenix regia* (*Poinciana regia*) وبعض النباتات ذات الأهمية الاقتصادية مثل الخروب *Ceratonia siliqua* والتمر هندى *Tamarindus indica* وخيار شنبر *Cassia fistula* والسنامكى الحجازى *Senna acutifolia* والسنامكى الهندى *Senna angustifolia*.

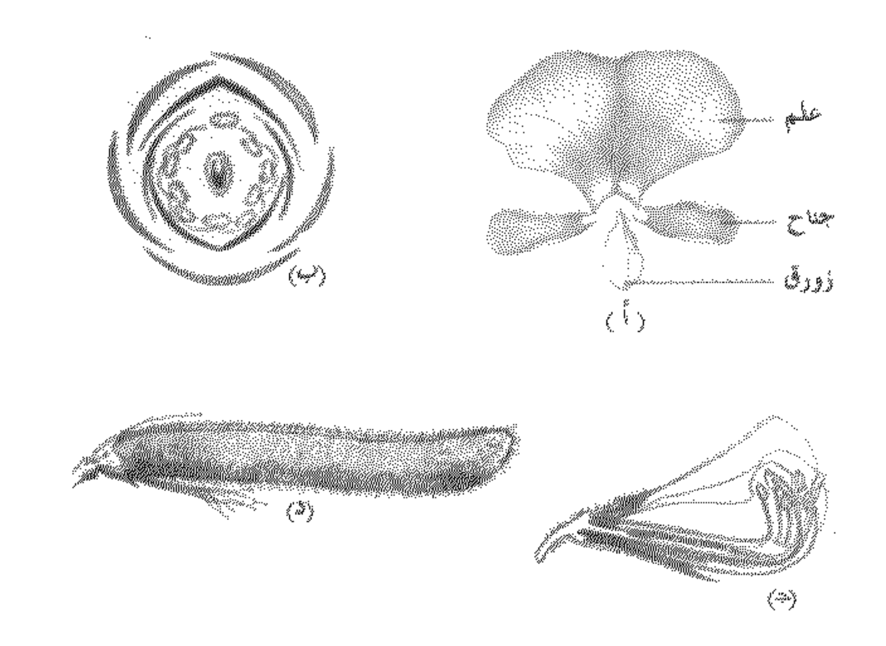


شكل ٦-٣٥: بعض الصفات المميزة لنباتات تحت الفصيلة البقمية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى (ب) مسقط زهرى لزهرة، الأسدية ١٠ فى محيطين، (جـ) مسقط زهرى لزهرة، الأسدية ١٠ فى محيط واحد منها ٣ عقيمة، (د) قطاع طولى فى لزهرة.

تحت الفصيلة الفولية

نباتات تحت الفصيلة الفولية Faboideae أعشاب والقليل منها شجيرات أو أشجار أو متسلقات ذات أوراق مركبة ريشية أو راحية وقلما تكون بسيطة، الأزهار خنثى سفلية وحيدة التناظر في نورات عنقودية أو رأسية، الكأس من خمس سبلات متشابهة أما التويج فيتكون من خمس بتلات فراشية حيث تكون البتلة الخلفية كبيرة الحجم تسمى العلم وتحيط بتلتان جانبيتان تعرفان بالجناحين يغلفان البتلتان الأماميتان الملتحمتان فيما يسمى بالزورق الذى يغلف الطلع والمتاع، الطلع من عشرة أسدية قد تلتحم كلها في أنبوبة سدائية كما في الترمس وقد تلتحم ٩ منها وتبقى واحدة سائبة كما في الفول والبسلة ونادرا ما تكون سائبة، المتاع من كربلة واحدة بها عدة بويضات في وضع مشيمى حافى، والثمرة قرنية، وقد تحوى الكربلة بذرة واحدة والثمرة جناحية كما في أبو المكارم.

تضم تحت الفصيلة الفولية كثير من نباتات محاصيل الغذاء الهامة التى تعرف بالبقوليات مثل الفول *Vicia faba* (*Faba vulgaris*) والبسلة *Pisum sativum* والفاصوليا *Phaseolus vulgaris* والعدس *Lens esculentus* والفول السودانى *Arachis hypogaea* والترمس الأبيض *Lupinus termis* (*albus*) والحلبة *Trigonella foenum-graecum*، كما تضم بعض محاصيل العلف مثل البرسيم المصرى *Trifolum alexandrinum* والبرسيم الحجازى *Medicago sativa*. وتنتشر كثير من الأنواع التابعة لتحت الفصيلة الفراشية في الفلورا العربية مثل العاقول *Alhagi* واللوتس *Lotus* والجلبان *Vicia* وبسلة الزهور *Lathyrus*. ويوضح شكل ٦-٣٦ بعض الصفات المميزة لزهرة تحت الفصيلة الفولية.



شكل ٦-٣٦: بعض الصفات المميزة لتحت الفصيلة الفولية: (أ) الشكل الفراشي لتويج الزهرة، (ب) فرع زهري من نبات بسلة الزهور، (جـ) مسقط زهري، (د) قطاع طولي في الزهرة، (هـ) رسم تخطيطي لقرن بسلة الزهور.

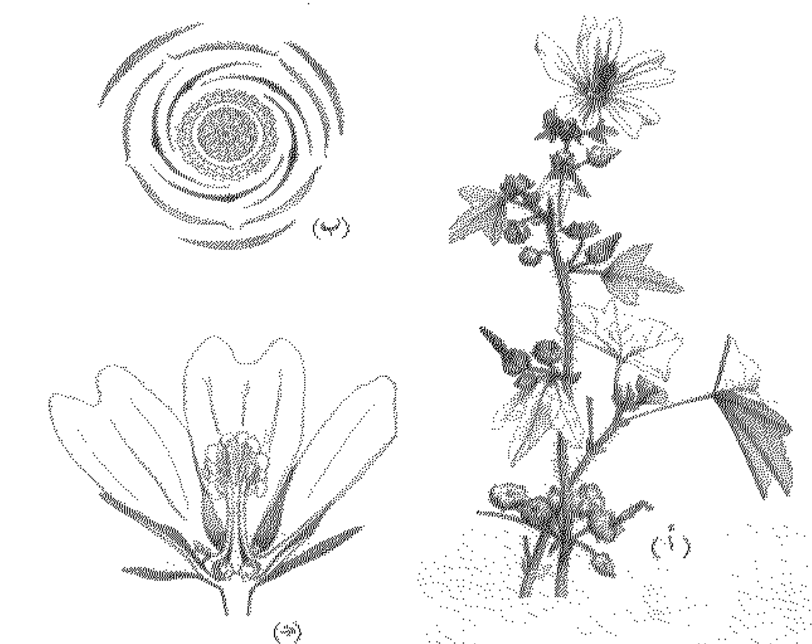
الفصيلة الخبازية

نباتات الفصيلة الخبازية Malvaceae شجيرات وأشجار خشبية مغطاة بشعيرات نجمية وتحتوي أنسجتها مادة مخاطية. الأوراق راحية مفصصة ذات أذينات، الأزهار خنثى منتظمة سفلية مفردة أو في نورات محدودة أو عنقودية، الكأس من خمس سبلات ملتحمة من أسفل ويوجد فوقها محيط زهري يسمى فوق الكأس يتكون من ٣-٩ وريقات، التويج من خمس بتلات سائبة في تراكب حلزوني، الطلع من أسدية عديدة ملتحمة في أنبوبة سدائية

ملتحمة مع البتلات وقد تكون الأقلام سائبة عند أطرافها، المتاع من كسربلتين إلى كرابل عديدة، وبكل كربلة بويضة واحدة أو أكثر فى وضع مشيمى محورى والثمرة منشقة كما فى الخبيزة أو علبة تتفتح مسكنيا. يتبع هذه الفصيلة بعض النباتات ذات الأهمية الاقتصادية منها الخبيزة *Malva parviflora* والقطن المصرى *Gossypium barbadense* والباميه *Hibiscus esculentus* ، كما تنتمى إليها بعض نباتات الزينة مثل الخطمية *Althaea rosea* وورد الصين المعروف بالهيبسكس *Hibiscus rosa-sinensis* وبعض النباتات ذات الأهمية الطبية مثل والكركديه *Hibiscus sabdriffa* الذى تستعمل سبلاته كمشروب منعش. ويوضح شكل ٦-٣٧ وشكل ٦-٣٨ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الخبازية.



شكل ٦-٣٧: صورة فوتوغرافية لفرع زهرى (أ)
وزهرة لأحد نباتات الفصيلة الخبازية (ب).



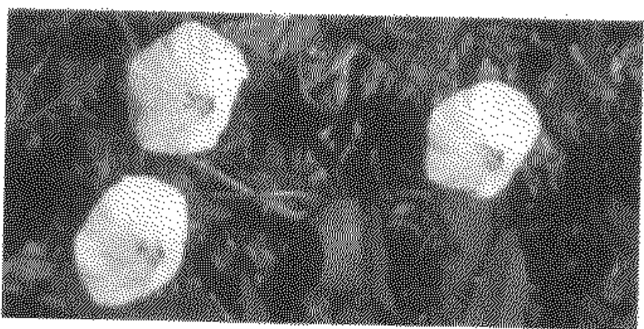
شكل ٦-٣٨: بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الخبازية (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى لنبات الخبيزة، (ب) مسقط زهرى لزهرة الفصيلة الخبازية، (جـ) قطاع طولى فى الزهرة.

الفصيلة العليقية

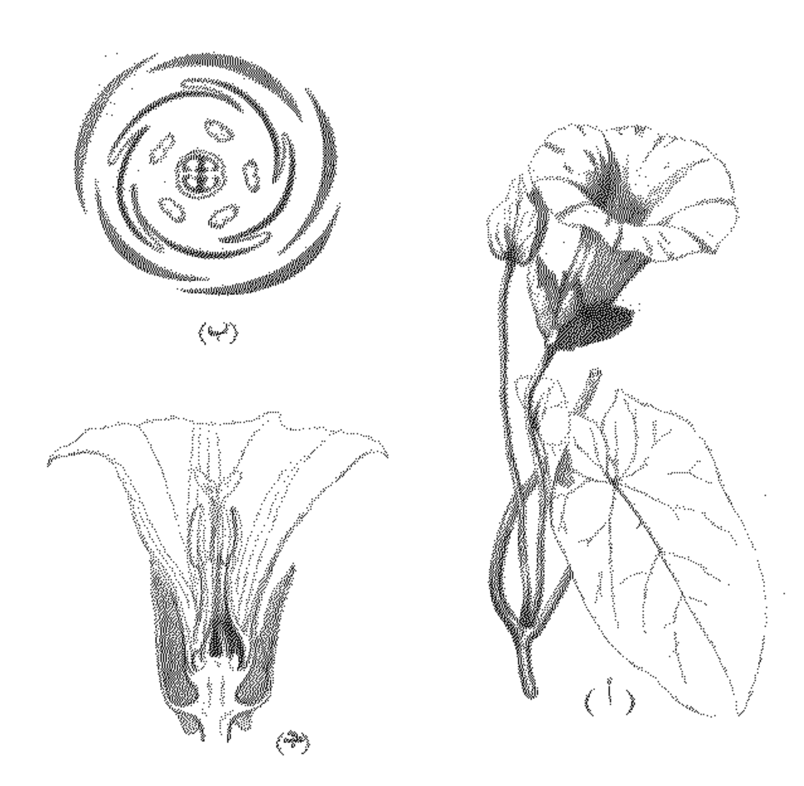
نباتات الفصيلة العليقية Convolvulaceae أعشاب قائمة أو متسلقة والقليل منـــها شجيرات تتميز أنسجتها بوجود لبن نباتى ويوجد بسيقانها لحاء داخلى فى الحزم الوعائيـــة، الأوراق بسيطة أو مركبة راحية لها أذينات والأزهار خنثى سفلية منتظمة فى نورات محدودة ثنائية الشعب غالبا، الكأس خمس سبلات منفصلة أو ملتحمة، التويج خمس بتلات ملتحمة ملتفة فى تراكب حلزونى، الطلع خمس أسدية فوق بتلية غالبا ومتبادلة مع البتلات، المتـــاع

كربلتين ملتحمتين والمبيض من غرفتين بكل منها بويضتان في وضع مشيمي محوري ويوجد تحت المبيض قرص غدي وقد تنمو حاجز كاذب بين بويضتي كل غرفة فيقسم المبيض إلى أربعة غرف بكل منها بويضة واحدة، الثمرة علبة تتفتح مسكنيا أو بشق مستعرض والبذرة إندوسبرمية كمثرية الشكل خشنة الملمس.

تضم الفصيلة العليقية نبات البطاطا *Ipomoea batatas* الذي يتميز بجذور درنية تحتوي على نسبة كبيرة من النشا وبعض نباتات الزينة مثل ست الحسن *Ipomoea tricolor* ونبات اللوباتا *Quamoclit lobata* كما تضم العليق *Convolvulus arvensis* وهو عشب متسلق بالالتفاف ونبات المليح *Cressa cretica* الذي ينمو في المناطق الملحية ونبات الحامول *Cuscuta planiflira* وهو نبات ليس له أوراق أو جذور ولكنه ينمو متطفلا على نباتات أخرى أشهرها نبات البرسيم. ومن النباتات الطبية التي تنتمي إلى هذه الفصيلة نباتات من جنس العليق منها عليق اسكامونيا *Convolvulus scammonia* الذي يستعمل كمسهل وعليق اسكوباريوس *Convolvulus scoparius* الذي يستخرج من أوراقه زيت الروديم. ويوضح شكل ٦-٣٩ وشكل ٦-٤٠ بعض الصفات المميزة للفصيلة العليقية.



شكل ٦-٣٩: صورة فوتوغرافية لأزهار نبات العليق.



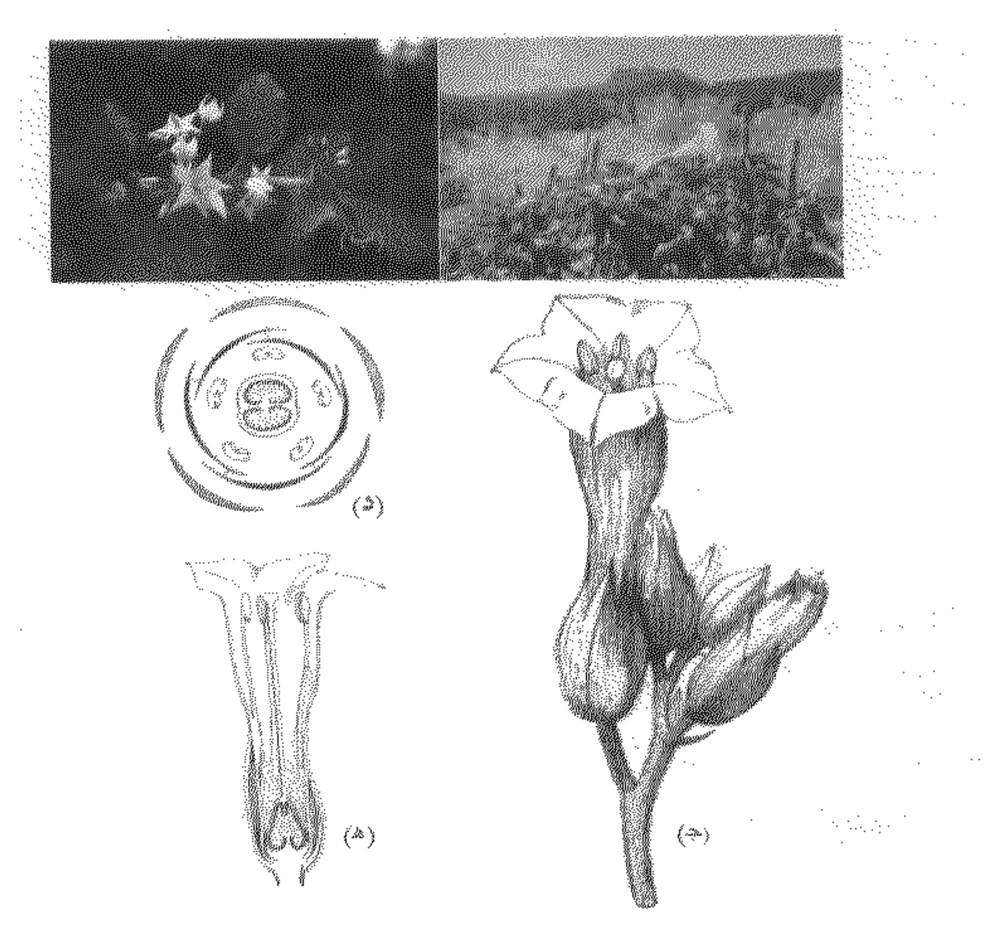
شكل ٦-٤٠: بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة العليقية: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى لأحد أنواع الفصيلة العليقية، (ب) مسقط زهرى لزهرة من الفصيلة العليقية (جـ) قطاع طولى فى الزهرة.

الفصيلة الباذنجانية

نباتات الفصيلة الباذنجانية Solanaceae أعشاب والقليل منها شجيرات أو متسلقات يوجد بسيقانها لحاء داخلى فى الحزم الوعائية وأوراقها بسيطة أو مركبة مشرحة متبادلة عديمة الأذينات، الأزهار خنثى سفلية وحيدة التناظر مفردة أو فى نورات

محدودة وحيدة الشعبة. الكأس خمس سبلات ملتحمة مستديمة بعد الإخصاب، التـــويج خمس بتلات ملتحمة، الطلع خمس أسدية فوق بتلية غالبا ومتبادلة مع البتلات، المتـــاع كربلتان ملتحمتان فوق قرص غدى فى وضع مائل والمبيض من غرفتين فى كل منـــهما بويضات عديدة فى وضع مشيمى محورى، الثمرة لبية كما فى الطماطم والباذنجـــان أو علبة كما فى الداتورة.

تضم الفصيلة بعض الخضراوات مثل الطماطم *Lycopersicon esculentum* والبطاطس *Solanum tuberosum* ذات الساق الأرضية والباذنجان *Solanum melongina* والفلفل الرومى *Capsicum annum*، كما تضم نباتات ذات أهمية طبية لاحتوائها على مواد قلويدية مثل الداتورة *Datura stramonium* وتستخدم أوراقها لعلاج الربو، والسكران *Hyoscyamus muticus* وتستخرج منه مادة الهيوسيامين وهو مخدر يستعمل فى علاج دوار البحر ومرض الشلل الرعاش والبلادونا *Atropa belladona* الذى تستخرج من أوراقه مادة الأتروبين التى تستعمل فى حالات السعال الديكى وتخفيف آلام الروماتيزم وقطرة لتوسيع حدقة العين، وينتمى إلى هذه الفصيلة أيضا نبات التبغ *Nicotiana tabacum* الذى تستخدم أوراقه فى صناعة السجاير وبعض النباتات السامة مثل عنب الديب *Solanum nigrum*، وبعض نباتات الزينة مثل البتونيا *Petonia hybrids* والمصاص *Nicotiana glauca*. ويوضح شكل ٦-٤١ بعض الصفات المميزة للفصيلة الباذنجانية.

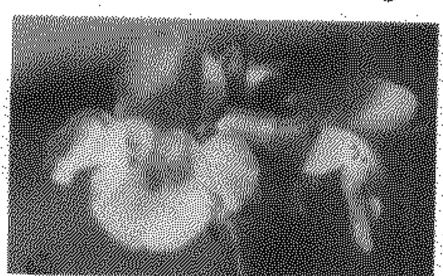


شكل ٦-٤١: بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الباذنجانية: (أ) صورة فوتوغرافية لنبات السكران، (ب) صورة فوتوغرافية لفرع زهرى للطماطم، (جـ) رسم تخطيطى لفرع زهرى لنبات الداتورة، (د) مسقط زهرى لزهرة من الفصيلة الباذنجانية، (هـ) قطاع طولى فى الزهرة.

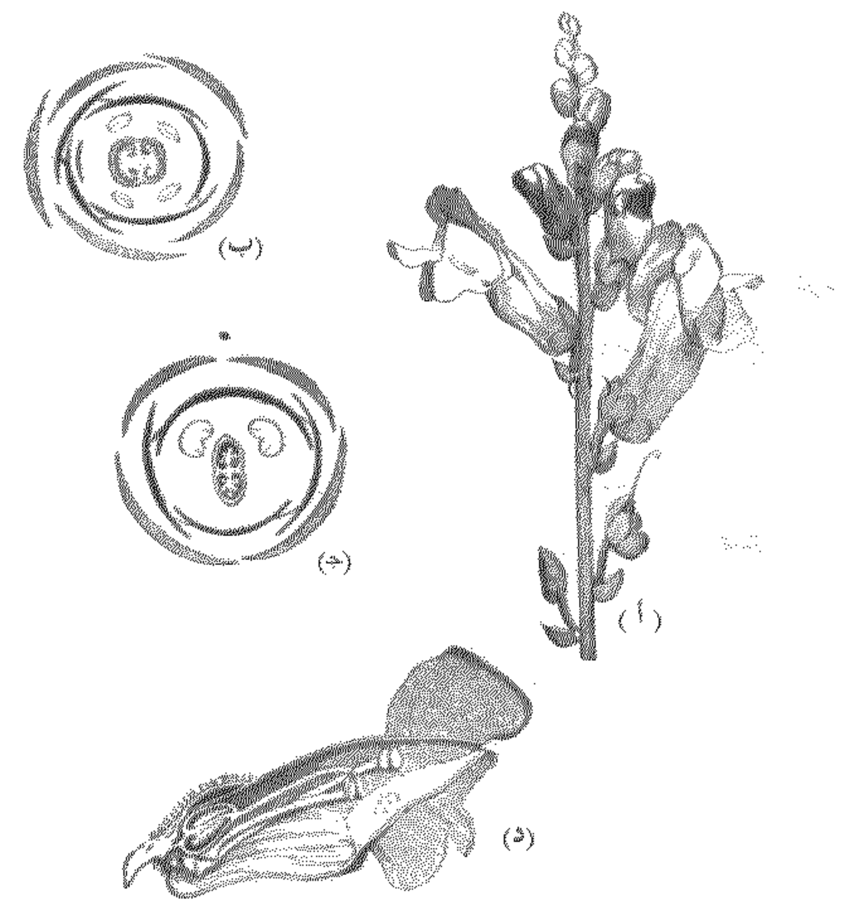
فصيلة حنك السبع

نباتات فصيلة حنك السبع Scrophulariaceae أعشاب أو شجيرات ذات أوراق بسيطة كاملة الحافة أو مشرحة متقابلة عديمة الأذينات، الأزهار خنثى سفلية وحيدة التناظر مرتبة في نورات محدودة أو غير محدودة عنقودية، الكأس ٤-٥ سبلات ملتحمة، التويج من خمس بتلات ملتحمة في شفتين العليا من ثلاث بتلات والسفلى من بتلتين وقد تتحور البتلة الأمامية إلى مهماز، الطلع من أربعة أسدية والسداة الخلفية غائبة أو عقيمة، وقد تختزل إلى سداتين فقط كما في الفيرونيكا والسلفيا، المتاع كربلتان ملتحمتان والمبيض من غرفتين بكل منهما بويضات عديدة في وضع مشيمي محوري والثمرة علبة تتفتح مسكنيا أو بواسطة ثقوب والبذرة إندوسبرمية ملساء مضلعة أو مجنحة.

ينتمي إلى فصيلة حنك السبع عدد من نباتات الزينة مثل حنك السبع *Antirrhinum* والليناريا *Linaria* والفيرونيكا *Veronica* وحنك السبع البرى *Scrophularia*، ومنه يستمد اسم الفصيلة، كما ينتمي إليها من النباتات طبية الديجيتالس *Digitalis purpurea* وتستخرج منه مادة الديجيتالين التي تحضر منها بعض أدوية القلب، ويوضح شكل ٦-٤٢ وشكل ٦-٤٣ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة.



شكل ٦-٤٢: صورة فوتوغرافية لأزهار حنك السبع.



شكل ٦-٤٤: بعض الصفات المميزة لنباتات فصيلة حنك السبع: (أ) رسم تخطيطى لفرع زهرى لنبات حنك السبع، (ب) مسقط زهرى لزهرة حنك السبع أنواع، (ج) مسقط زهرى لزهرة السلفيا، (د) قطاع طولى فى الزهرة.

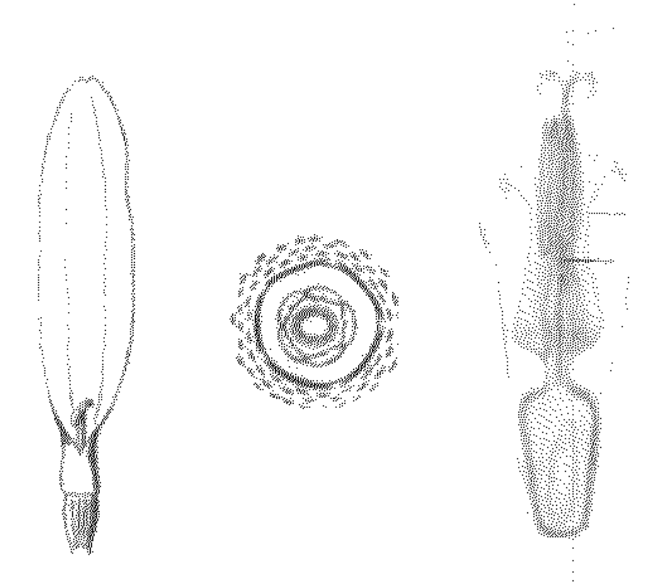
الفصيلة المركبة

الفصيلة المركبة Compositae (النجمية Asteraceae) هى أكبر فصائل المملكة النباتية وأكثرها انتشارا، تضم هذه الفصيلة نباتات عشبية غالبا كما تضم القليل من الشجيرات وقد يوجد بأنسجة النباتات مادة لبنية، الأوراق بسيطة عديمة الأذينات متبادلة وقد تكون متقابلة ريشية التعرق غالبا، قد تتحور إلى أشواك فى النباتات الجفافية، الأزهار مرتبة فى نورات رأسية ذات محور مسطح أو محدب أو مقعر أو مستطيل، قد تكون خنثى أو وحيدة الجنس مختزلة، كما فى دوار (عباد) الشمس *Helianthus annus*، النورة محاطة بعدد من الأوراق الملونة أو الخضراء تسمى القلافة Involucre. يوجد نوعين من الأزهار فى النورة؛ أزهار شعاعية Ray floret خارجية وأزهار قرصية Disc floret داخلية؛ فى الزهرة الشعاعية الكأس مختزل إلى نتوءان والتويج من ثلاث بتلات مختزلة إلى شريط ينتهى بثلاث أسنان، أما الزهرة القرصية فهى خنثى منتظمة، الكأس غائب أو مختزل إلى شعيرات أو أشواك، التويج من خمس بتلات ملتحمة، قد تكون منفصصة كما فى الخرشوف وقد يكون التويج شفوياً، الطلع خمس أسدية منفصلة الخيوط ملتحمة المتوك فى أنبوبة متكية حول المبيض، المتاع كربلتان ملتحمتان والمبيض من غرفة واحدة بها بويضة واحدة فى وضع مشيمى قاعدى ويعلو المبيض قلم ينتهى بميسمين، الثمرة سيسلا قد تكون مهيأة للإنتشار بواسطة زغب أو أشواك أو خطاطيف.

تضم الفصيلة المركبة بعض الخضروات مثل الخرشوف *Cynara scolymus* والخس *Lactuca sativa* والشيكوريا *Chichorium endivia*، كما ينتمي إليها دوار الشمس *Helianthuss annus* ويستخرج من بذوره زيت الطعام، والقرطم *Carthamus tinctorius* ويستخرج من بذوره زيت يستعمل في صناعة الصابون ومواد الطلاء وتستخرج من بتلات أزهاره برتقالية اللون مادة العصفر التي تستعمل في الصباغة، والبيريثيم *Pyretheum* ويستخرج من نوراته مسحوق لقتل الحشرات، ومن النباتات الطبية تضم هذه الفصيلة الشيح الذي يضم بعض الأنواع التي تساعد أزهارها في طرد ديدان المعدة والبابونج *Matricaria chamomilla* ويستخرج من أزهاره زيت مقو ومنبه للمعدة، كما تزرع بعض نباتات الفصيلة المركبة للزينة مثل الداليا *Dahlia* والعنبر والأقحوان *Calendula* والزينيا *Zinnia* والنجم (أستر) *Aster*، ومن اسم الأخير يستمد اسم الفصيلة، ويوضح شكل ٦–٤٤ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة.



شكل ٦–٤٤: صورة فوتوغرافية لنورة نبات دوار الشمس.



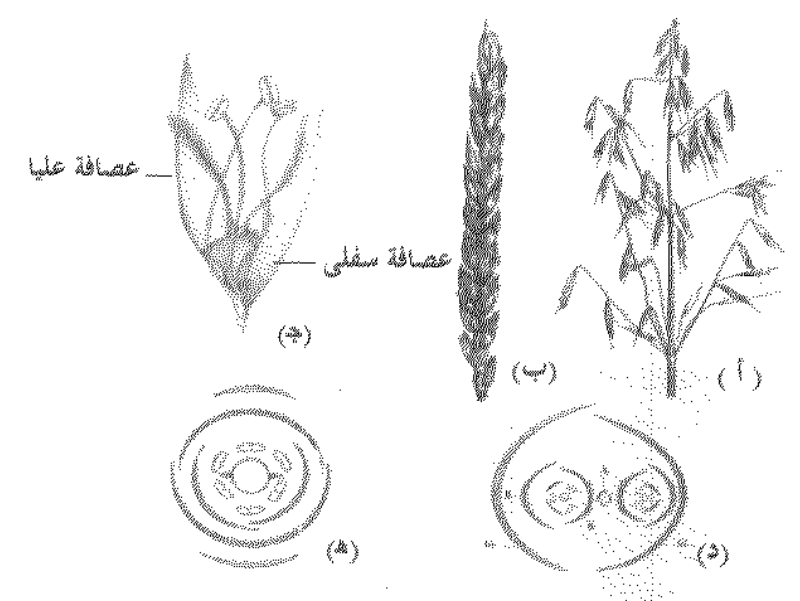
شكل ٦–٤٤: بعض الصفات المميزةلزهرة الفصيلة المركبة (ب) قطاع طولى فى الزهرة الشعاعية، (جـ) مسقط زهرى لزهرة خنثى، (د) قطاع طولى لزهرة مذكرة.

فصائل من ذوات الفلقة الواحدة

الفصيلة النجيلية

الفصيلة النجيلية Graminae (البواسية Poaceae) من أكبر فصائل المملكة النباتية وأوسعها انتشاراً، ونباتاها عشبية تسمى النجيليات Grasses وقد تكون معمرة بريزومات أرضية، السيقان غير متفرعة ومقسمة إلى عقد وسلاميات واضحة، جوفاء وقد تكون مصمتة كما فى قصب السكر *Sacchrum officinarum* والـذرة الشامية *Zea mays*، الأوراق بسيطة جالسة ذات تعرق متوازى لها قواعد غمدية تغلف جزء من الساق وعند اتصال الغمد بالنصل توجد زائدة تسمى اللسين Ligule. الأزهار مرتبة فى نورات سنبلية مركبة من سنيبلات عديدة يغلف كل منها ورقتان تعرفان بالقنبعتين Glumes، تتكون السنيبلات من زهرة واحدة كما فى الأرز أو زهرتين كما فى الذرة أو عدة أزهار كما فى القمح، وتخرج الأزهار من آباط ورقتان صغيرتان تسمى العليا منهما بالعصيفة العليا Palea والسفلى بالعصيفة السفلى Lemma قد تستطيل فيما يشبه إبرة دقيقة الطرف فيما يسمى بالسفاة Awn، الأزهار خنثى أو وحيدة الجنس والغلاف الزهرى غائب أو مختزل إلى حرشفتان أو ثلاث، الطلع من ثلاث أسدية ذات خيوط طويلة ومتوك كبيرة متحركة كما فى قمح الخبز *Triticum aestivum* وقد تكون ستة كما فى الأرز *Oryza sativa* أو سداتان كما فى الحلفا *Imperata*، المتاع من كربلتان ملتحمتان أو كربلة واحدة والمبيض وحيد الغرفة به بويضة واحدة فى مشيمة قمية، والثمرة برة بها بذرة واحدة، إندوسبرمية ويندمج غلاف البذرة مع جدار الثمرة وتسمى حبة Grain ويوضح شكل ٦–٤٥ صفات مميزة لنباتات الفصيلة.

تضم الفصيلة النجيلية محاصيل الحبوب الهامة في عالم اليوم وهي القمح ومنه قمح الخبز *Triticum aestivum* وقمح المكرونة *Triticum dicoccum* والأرز *Oryza sativa* والذرة الشامية والشعير *Hordeum vulgare*، وقصب السكر الذى يستخرج من عصارة سيقانه سكر الطعام وبعض النجيليات الشائعة مثل النجيل *Cynodon dactylon* والنجيل ذو العصاتين *Paspalum distichum* والغاب *Arundo donax* والبوص *Phragmites communis*. ولبعض نباتاها استعمالات طبية، فريزومات الغاب وشواشى الذرة مدرة للبول وريزومات الأجروبيرون *Agropyron repens* ملينة



شكل ٦-٤٥: بعض الصفات المميزة للفصيلة النجيلية: (أ) رسم تخطيطى لنورة الشوفان، (ب) رسم تخطيطى لنورة القمح، (جـ) قطاع طولى فى زهرة القمح، (د) مسقط زهرى لزهرة الشوفان، (هـ) مسقط زهرى لزهرة الأرز.

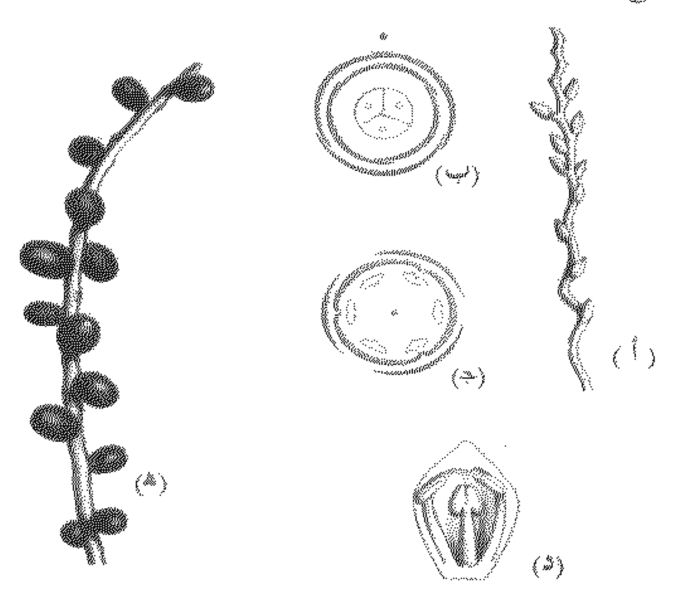
الفصيلة النخيلية

نباتات الفصيلة النخيلية Palmae (الأريكية Arecaceae) أشجار لها سيقان غير متفرعة ونادرا ثنائية التفرع كما فى نخيل الدوم *Hyphaene thebaica*، الأوراق مركبة كبيرة الحجم ريشية التعرق ونادرا ما تكون راحية كما فى اللاتانيا *Latania* وللأوراق أغماد تحيط بالساق ومنها قد تنفصل ألياف قوية كما فى نخيل التمر (البلح) *Phoenix datylifera* (شكل ٦-٤٦). الأزهار وحيدة الجنس خالسنة فى نورات إغريضية مركبة والنباتات أحادية المسكن كما فى جوز الهند أو ثنائية المسكن كما فى النخيل، وقد تكون خنثى كما فى الليفستونا *Livistona*، الغلاف الزهرى من ست أوراق خضراء أو صفراء جلدية سميكة فى محيطين وقد يتميز إلى كأس وتويج، الطلع من ست أسدية فى محيطين والمتاع من ثلاث كرابل منفصلة تنمو منهم كربلة واحدة بها بويضة واحدة فى وضع مشيمى قاعدى والقلم قصير ينتهى بميسم واحد، الثمرة لبية أو حسلية بها بذرة إندوسبرمية واحدة.



شكل ٦-٤٦: صورة فوتوغرافية لشجرة النخيل.

ينتمى إلى الفصيلة النخيلية نخيل التمر ومنه أصناف كثيرة تزرع على نطاق واسع فى الدول العربية لثماره حلوة المذاق عالية القيمة الغذائية كما تستعمل أوراقه وسيقانه وبذوره وأليافه لأغراض متعددة، ينتمى إلى هذه الفصيلة أيضا جوز الهند والدوم ولثمارهما استخدامات غذائية متعددة، كما ينتمى إليها عدة أنواع من نخيل الزينة مثل النخيل الملوكى *Oredox regia* ونخيل الرخام *Washingtonia rubusta* وكذلك نخيل الأريكا *Areca catchu* ويستخلص من ثماره مسحوق الكاتشو الذى يستخدم فى تصنيع عقار طارد للديدان الشريطية وكأحد مكونات معاجين الأسنان، ومن اسمه يستمد اسم الفصيلة. ويوضح شكل ٦-٤٧ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة النخيلية.



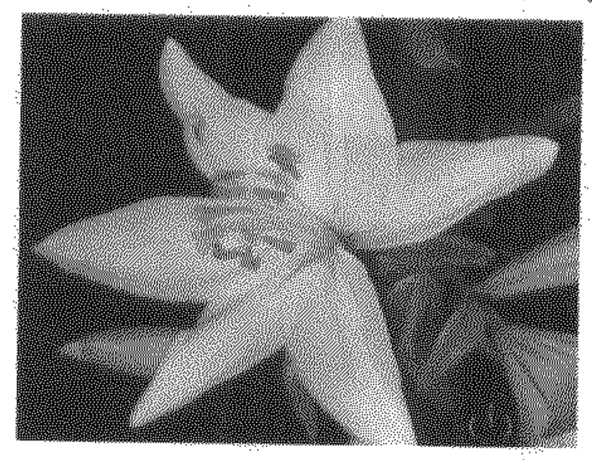
شكل ٦-٤٧: بعض الصفات المميزة للفصيلة النخيلية: (أ) رسم تخطيطى لنورة النخيل المذكرة، (ب) مسقط زهرى لزهرة مذكرة ، (جـ) ، قطاع طولى فى زهرة مذكرة، (د) ثمار ناضجة.

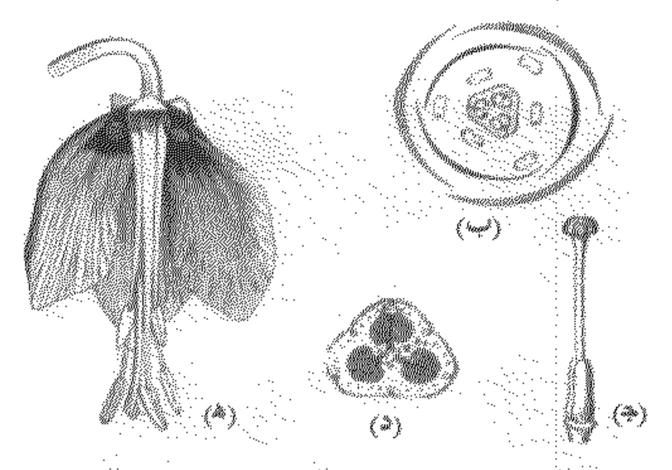
الفصيلة الزنبقية

نباتات الفصيلة الزنبقة Liliaceae أعشاب معمرة بالسيقان الأرضية، الأوراق شريطية أو أنبوبية لحمية تخرج من قاعدة الساق الأرضية ونادرا ما تكون مختزلة إلى حراشيف أو أشواك. الأزهار خنثى منتظمة سفلية محمولة على قمة شمراخ زهرى Scape، قد تكون مفردة أو فى نورات عنقودية أو فى نورات محدودة وحيدة الشعبة متجمعة فيما يشبه النورة الخيمية، الغلاف الزهرى يتلى من ست أوراق زهرية (تبلات) فى محيطين كل محيط من ثلاث تبلات، الطلع من ستة أسدية فى محيطين ومتقابلة مع أوراق الغلاف الزهرى، المتاع من ثلاث كرابل ملتحمة والمبيض من ثلاث غرف بكل غرفة بويضتان أو اكثر فى وضع مشيمى محورى، الثمرة علبة أو حسلية.

يتبع الفصيلة الزنبقية كثير من النباتات ذات الأهمية الاقتصادية تشمل بعض الخضروات مثل البصل *Allium cepa* والثوم *Allium sativum* وكذلك ألماظ (الهليون) *Asparagus officinalis*، كما تضم بعض نباتات الزينة منها الزنبق *Lilium* والتيوليب *Tulipa* والسفندز *Ruscus*، وينتمى إلى هذه الفصيلة أيضا نبات اللحلاح (العكنة) *Colchicum autumnale* وتحتوى أبصاله على القلويد المسمى كولشيسين ويستخدم طبيا لتخفيف الآلام كما يستخدم لإيقاف إنقسام الخلايا فى الدراسات الوراثية الخلوية، وسم الفار *Urginea maritima* ومنه صنف أحمر الأبصال يستخدم لقتل الفئران وصنف أبيض الأبصال يستخدم لادرار البول، كما ينتمى إلى الفصيلة الزنبقية جنس الفيراتسرم *Veratrum* الذى تستخرج من بعض أنواعه مادة مفيدة لخفض ضغط الدم، وتنمو كثير من الأنواع البرية فى

الفلورا العربية تنتمي إلى أجناس البصل *Allium* والعنصل *Asphodelus* والمسكاري *Muscari*. ويوضح شكل ٦-٤٨ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة الزنبقية.





شكل ٦-٤٨: بعض الصفات المميزة للفصيلة الزنبقية: (أ) صورة فوتوغرافية لزهرة الزنبق، (ب) مسقط زهري لزهرة الزنبق، (جـ) رسم تخطيطي للمتاع، (د) قطاع عرضي في المبيض، (هـ) قطاع طولي في زهرة الزنبق.

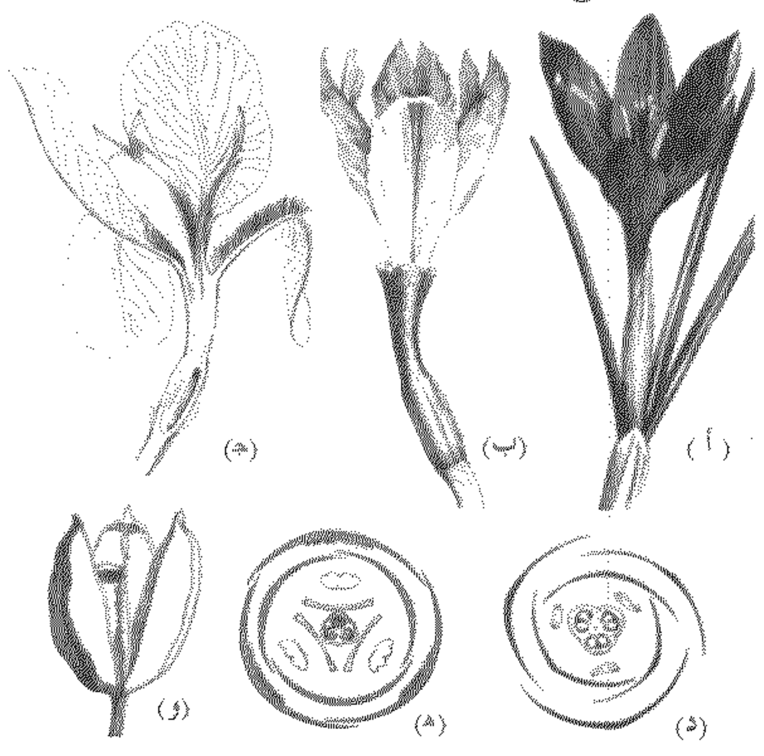
الفصيلة السوسنية

نباتات الفصيلة السوسنية Iridaceae أعشاب معمرة بالريزومات أو الكورمات، الأوراق شريطية ضيقة جالسة ومرتبة في صفين، الأزهار خنثى علوية منتظمة أو وحيدة التناظر على قمة شمراخ زهري (شكل ٦-٤٩)، قد تكون مفردة أو في نورات سنبلية كما في الجلاديولاس *Gladiolus* أو محدودة مغلفة بقنابتين كبيرتين كما في السوسن *Iris*، الغلاف الزهري يتلى من ست تبلات لها ألوان جذابة في محيطين كل محيط من ثلاث تبلات ملتحمة من أسفل في أنبوبة تبلية، الطلع من ثلاث أسدية فوق بتلية في محيط واحد متقابلة مع أوراق الغلاف الزهري الخارجي، المتاع من ثلاث كرابل ملتحمة والمبيض من ثلاث غرف بكل غرفة عدد من البويضات في وضع مشيمي محوري، والقلم متفرع إلى ثلاث أفرع قد تكون بتلية كما في السوسن، الثمرة علبة تتفتح مسكنيا والبذرة إندوسبرمية.

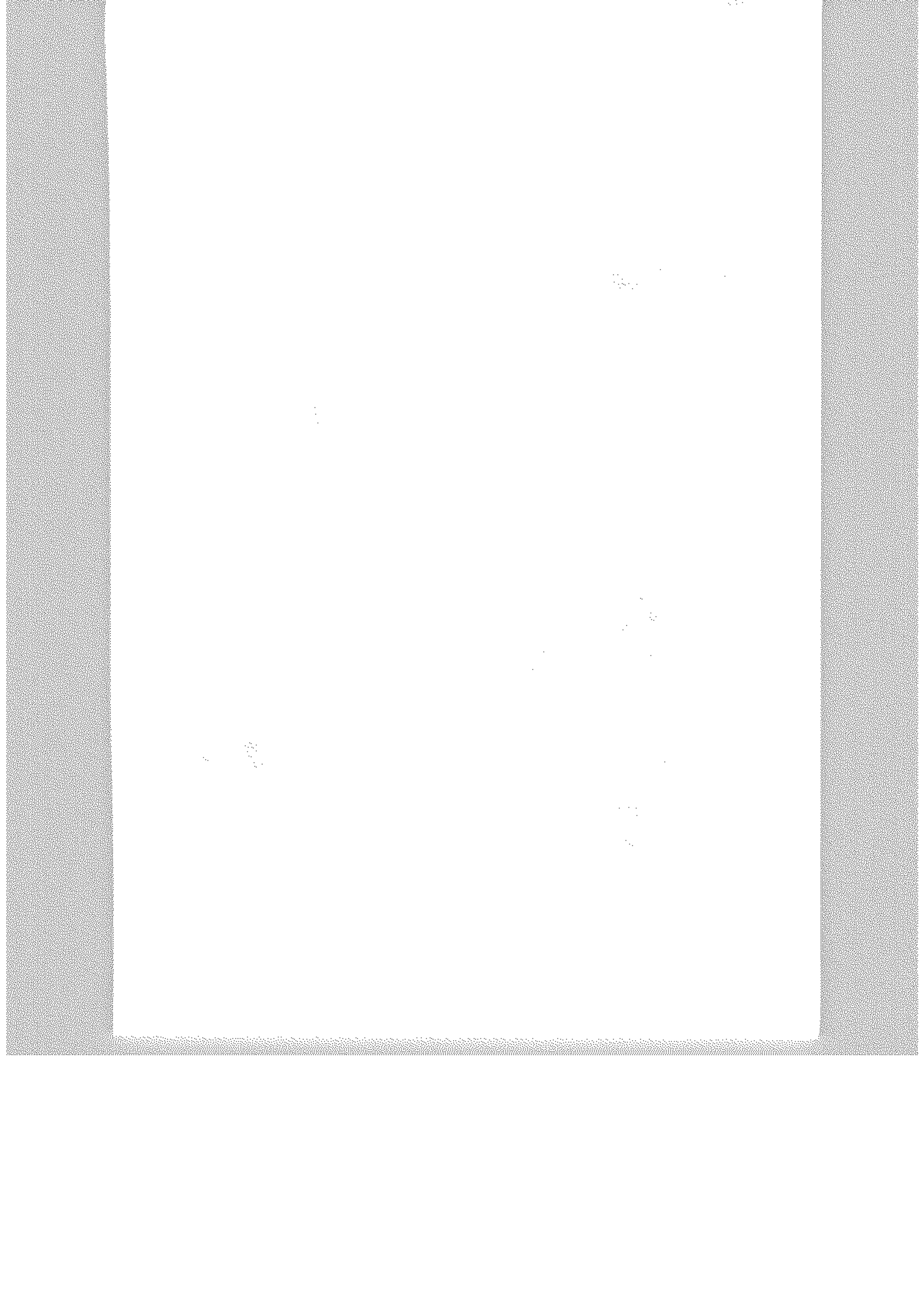


شكل ٦-٤٩: صورة فوتوغرافية لفرع زهري لنبات السوسن (أ) وزهرة الكروكس (ب).

يتبع الفصيلة النرجسية بعض نباتات الزينة مثل السوسن والجلاديولاس والفريزيا *Freezia*، وتعرف ريزومات سوسن عرق الطيب *Iris florintina* بعرق الطيب وهي مسهلة ومدرة للبول كما تستخرج من مياسم أزهار الكروكس *Crocus* صبغة الزعفران Saffron. ويوضح شكل ٦-٥٠ بعض الصفات المميزة لنباتات الفصيلة السوسنية.



شكل ٦-٥٠: بعض الصفات المميزة للفصيلة السوسنية: (أ) رسم تخطيطي لزهرة الكروكس، (ب) رسم تخطيطي لزهرة السوسن، (جـ) قطاع طولي في زهرة السوسن، (د) مسقط زهري لزهرة الكروكس (هـ) مسقط زهري لزهرة السوسن، (و) ثمرة السوسن.



المراجع

أولاً : المراجع العربية

١- أبو الذهب، مصطفى كمال، و محمد عبد القادر الجعرانيى (١٩٨٤). البكتريا. الجـزء الأول، الطبعة الأولى، دار المعارف، الإسكندرية، مصر.

٢- أبو زنادة، عبد العزيز حامد، ومحمد الجوهري محمود (١٩٨٠). أساسـيات علـم الكائنات الحية الدقيقة. عمادة شئون المكتبات، جامعة الملكـة سـعود، الريـاض، المملكة العربية السعودية.

٣- أحمد، محمد على، ومحمد عبد الرازق النواوي (١٩٩٩). الفطريات الصـناعية، الـدار العربية للنشر والتوزيع. عباس العقاد، مدينة نصر، القاهرة، مصر.

٤- إرنست ماير (٢٠٠٢). هذا هو علم البيولوجيا — دراسة فى ماهية الحيـاة والأحيـاء. ترجمة الدكتور عفيفي محمود عفيفي. سلسلة عالم المعرفة العدد ٢٧٧، الكويت.

٥- بدر، عبد الفتاح محمد (٢٠٠٥م). أساسيات علم الوراثة. دار الأندلس للنشر والتوزيع، حائل، المملكة العربية السعودية.

٦- بغدادي، وفاء (١٩٧٤م). تصنيف الأشنات. جامعة دمشق، دمشـق، الجمهوريـة العربية السورية.

٧- البيومي، عبد العزيز، وصالح يسري، أسامة هنداوي سيد (٢٠٠٠م). أساسيات علـم النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع مدينة نصر، جمهورية مصر العربية.

٨- الترك، إدريس منير، و عبد العزيز قبلان السراني، ومحمد محمـد الحسـيني (٢٠٠٢م). البكتيريا. مكتبة الإيمان، المدينة المنورة، السعودية.

٩- جبر، محمود محمد و كامل، إسماعيل محمد و شبانة، عفت فهمي و قبية، الإمـام عبـده (٢٠٠١م). أساسيات علم النبات العام. دار الفكر العربي القاهرة: جمهورية مصر العربية.

١٠- حسنى، محمد عوض معوض (١٩٩٢) مذكرات في أساسيات الميكروبيولوجيـا. كليـة الزراعة، جامعة طنطا، مصر.

١١- حسين، ماهر البسيوني (١٩٩٧). علم الفيروسات. النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، السعودية.

١٢- الرحمة، عبدالله ناصر (١٩٩٨م). أساسيات علم الفطريات (الطبعة الثالثـة). عمـادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

١٣- رفاعى، محمود (٢٠٠٠م) الأرشيجونات، محاضرات جامعية، كلية العلوم جامعة عين شمس.

١٤- ريفين، بيتر أتش و أيفرت، راى إف و أيكهورن، سوزان أي : ترجمة الوهيبي، محمد حمد والخليل، عبدالله الصالح (٢٠٠٢م). علم أحياء النبات (الجزء الأول). عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

١٥- السحار، قاسم فؤاد (١٩٩١م). مقدمة في علم تقسيم النبات (الطبعة الثانية) الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

١٦- السحار، قاسم فؤاد (١٩٩٧). تقسيم النبات، الطبعة الثانية. المكتبة الأكاديمية، القاهرة.

١٧- السراني، عبد العزيز قبلان، و إدريس منير الترك، و محمد محمد الحسيني (٢٠٠٢). الفطريات. مكتبة دار الإيمان، المدينة المنورة، السعودية.

١٨- السراني، عبد العزيز قبلان، و إدريس منير الترك، و محمد محمد الحسيني (٢٠٠٠). الطحالب. مكتبة أبو عظمة للكتب والقرطاسية، المدينة المنورة، السعودية.

١٩- سعد، شكرى ابراهيم (١٩٩٤) **النباتات الزهرية – نشأتها تطورها تصنيفها**. دار الفكر العربي، القاهرة، مصر.

٢٠- سعد، على زكى محمود، و محمد عبد الحافظ عبد الوهاب، و محمد مبارك محمد الصاوي (١٩٨٨). ميكروبيولوجيا الأراضى. مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

٢١- شعير، حلمي محمد، ومحمد يحيى قاسم (١٩٨٤). أمراض النبات طرق الدراسة العملية. عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.

٢٢- الشيخ، عبد الله محمد، و سعيد زغلول البسيوني (١٩٨٦م). مقدمة في علم الأحياء لطلاب المتوسط. التطوير التربوي، وزارة المعارف، المملكة العربية السعودية.

٢٣- الشيخ، مصطفي محمد، أمل حامد النجار، محسن كمال إبراهيم (٢٠٠٢م) مبادئ تقسيم الكائنات النباتية، كلية العلوم، جامعة طنطا، جمهورية مصر العربية.

٢٤- طرابلس، إبراهيم يوسف، و عبد الله ناصر أبو هيلة ورشيد موسى الصم (١٩٨٧). الأحياء التطبيقية (المقرر الخامس) الأحياء الدقيقة، التطوير التربوي. الإدارة العامة للمناهج الرياض، السعودية.

٢٥- طرابلسي، إبراهيم يوسف (٢٠٠١م). الميكروبيولوجيا الزراعية. عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

٢٦- العاني، فائز (١٩٩٨م). الأحياء الدقيقة في التغذية والتقنيات الحديثة في الكشف عنها. دار المناهج للنشر والتوزيع عمان الأردن.

٢٧- عبد الحافظ، عبد الوهاب محمد، ، ومحمد الصاوي محمد مبارك، ، وسعد على زكـى محمود (١٩٩٦). الميكروبيولوجيا التطبيقية. المكتبة الأكاديمية، الدقي، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

٢٨- عبد العزيز، محمد حلمي (١٩٩٤). أساسيات في علـم البكتريـا. دار المعـارف، القاهرة، مصر.

٢٩- عبد الله، محمد أبو زيد (٢٠٠٠). مذكرة علم الأحياء الدقيقة. كلية المعلمين، السعودية.

٣٠- عثمان، محمد السيد و أحمد،محمد سليمان وخطاب، أم كلثوم حسن والهنداوي، هـدى حامد (٢٠٠٠م). مقدمة علم تقسيم النبات. كلية العلوم جامعة حلـوان، القـاهرة، جهورية مصر العربية.

٣١- العروسي، حسين و أسامة عبد الحميد (١٩٩٨م). النبات العام. مكتبة المعارف الحديثة، الاسكندرية، جمهورية مصر العربية.

٣٢- العروسي، حسين ووصفي، عماد الدين (٢٠٠١م). المملكة النباتية. مكتبـة المعـارف الحديثة، الاسكندرية، جمهورية مصر العربية.

٣٣- العريض، إبراهيم عبد الله، وعبد العزيز العسكر، وعبد الكريم عياش (٢٠٠٥). مطـابع الحميضى. الرياض. المملكة العربية السعودية.

٣٤- عفيفي، أحمد فؤاد، و مصطفي السيد عبد الله، وعبد المنعم إبراهيم أبو العطا (١٩٩٩). أطلس النبات دار المعارف، الطبعة الثانية، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

٣٥- عياش، عبدالكريم شريف (١٩٩٤م). الاستقلاب النباتي (٢). جامعة تشرين، اللاذقية، الجمهورية العربية السورية.

٣٦- عيد، جلال عبد المنعم محمود (٢٠٠٤). السموم الفطرية كسـلاح بيولـوجى. دورة الاستعدادات الصحية لمواجهة أسلحة الدمار الشامل. وزارة الصحة، المديريـة العامـة للشئون الصحية، حائل، السعودية.

٣٧- الغنيم، مرزوق يوسف و صرمان، علي دياب و الشوري، حامد محمد (١٩٩٦م). عالم النبات والكائنات الدقيقة. مطبعة الفجر الكويتية، الكويت، الكويت.

٣٨- الفالح، عبد الله مساعد، و عبد الكريم شريف عياش (٢٠٠٤م) أساسيات علم تقسـيم النبات. دار الخريجي للنشر والتوزيع، الرياض، السعودية.

٣٩- فولار، هاري، وكاروثاس زاني، وباين ويليرد، و بالباخ مارجريـت (١٩٧٧). عـالم النبات، القسم الثاني، المكتبة الوطنية، بغداد العراق.

٤٠- مارتن ألكسندر (١٩٨٢). مقدمة في ميكروبيولوجيا التربة، الطبعة الثالثة. جون وايلى، نيويورك.

٤١- متولي، متولي عبد العظيم (٢٠٠٤م). أساسيات الأحياء الدقيقة وبعض تطبيقاتها. دار الأندلس للنشر والتوزيع، حائل المملكة العربية السعودية.

٤٢- متولي، متولي عبد العظيم (٢٠٠٥م). الفطريات والطحالب. دار الأندلس للنشر والتوزيع، حائل المملكة العربية السعودية.

٤٣- متولي، متولي عبد العظيم (٢٠٠٥م). الفيروسات والبكتيريا. دار الأندلس للنشر والتوزيع، حائل المملكة العربية السعودية.

٤٤- المثنى، يوسف إبراهيم (١٩٩٨). علم الأحياء الدقيقة، الجزء الأول، الأساسيات، المستقبل للنشر والتوزيع، عمان الأردن.

٤٥- المثنى، يوسف إبراهيم (١٩٩٨). علم الأحياء الدقيقة، الجزء الثاني، الطبي والتشخيصي، المستقبل للنشر والتوزيع، عمان الأردن.

٤٦- مجاهد، أحمد، شلبى، أحمد فؤاد، باصهى، عبدالله يحيى (١٩٨٣). **النباتات الكبدية والحزازية**. عمادة شئون المكتبات جامعة الملك سعود، الرياض.

٤٧- مجاهد، أحمد، ومصطفي عبد العزيز، عبد الرحمن أمين، و أحمد الباز يونس (١٩٨٦م). النبات العام. مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر.

٤٨- محمد، الوهيبى، وعبد الله صالح الخليل (٢٠٠٢ م). دار الخريجى للنشر والتوزيع، الرياض.المممكلة العربية السعودية.

٤٩- محمد، حسن يحيى (١٩٧٩). مبادئ الصناعات الغذائية، عمادة شئون المكتبات، جامعة الرياض، الرياض، السعودية.

٥٠- مدبولي، فوزي حنفي، ومحمد أحمد الحسيني (١٩٩١م). التداوي والعلاج بعيش الغراب. مكتبة ابن سيناء للنشر. القاهرة، مصر.

٥١- مرزوق، يوسف الغنيم، وعلى دياب صرماني، وحامد محمد الشورى (١٩٩٦). عالم النبات والكائنات الدقيقة. مطبعة الفجر الكويتية، الكويت.

٥٢- مصطفي، مصطفي عبد العزيز (١٩٨٣م). علم الفيروسات، عمادة شئون المكتبات، المملكة العربية السعودية.

٥٣- النحال، حمزة محمد السيد (١٩٨٧). علم الأحياء الدقيقة. دار المعارف، القاهرة، مصر.

٥٤- هاشم، عبد الوهاب صادق (١٩٩٣) التجارب العملية في أسس الأحياء الدقيقة. عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثانياً : المراجع الأجنبية

1- Alberts, B., Bray D., Lewis, J., and Watson, K. (1983). Molecular Biology of the cell. Garland Publishing Inc., New York.

2- Alexopoulos, C.J. (1962). Introductory Mycology. 2nd Ed. 613p, John Wiley & Sons. Inc, New York.

3- Alexopoulos, C.J. and C.W. Mivus (1979). Introductory Mycology. 3rd Ed. 632p, John Wiley & Sons. Inc, New York.

4- Anisworth, G.C. (1971). Anisworth and Bisbay's Dictionary of the Fungi, 6th Ed. 663p Commonwealth Morphological Institute, Kew, Surrey.

5- Anthony, J., J. Miller, , D. Suzoki, R.C. Lewontin and Gelbart, W. (1999). An Introduction to Genetic Analysis. W.H. Freeman, New York, USA.

6- Atlas, M.R.; Brown, A.E.; Dobra, K.W. and Miller, L. (1984). Experimental Microbiology. Fundamental and Application Mac. Millan Pub. Co.

7- Beckett, B., R., Gallagher (1989). Coordinated Science, Biology, 2nd Edition, Oxford University Press, Oxford, England.

8- Bell, C.R. (1969). *Plant variation and classification.* McMillan, London, UK.

9- Bergey's Manula of determinative Bacteriology. 8th, ed. (1974). Buchanan and Gibbons (eds). The Williams and Wilkins Comp., Baltimore.

10- Berry, D.R. (1982). The Biology of Yeasts. Edward Arnold, London.

11- Bessey, E.A. (1950). Morphology and Taxonomy of Fungi. 791 p, The Blakiston Co., Philadelphia.

12- Bold, H.C. Alexopoulos, C.J. and T. Delevoryas (1987). Morphology of Plants and Fungi. Harper & Row, Publishers, New York.

13- Bold, H.C. and M.J. Wynne (1985). Introduction to the Algae. Structure and Reproduction. 2nd Ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Ciffs, New Jersey 07632.

14- Brock, T.D.; D.W. Smith and M.T. Madigan (1984). Biology of microorganisms. 4th Ed. Printice-Hall Inc., London.

15- Brunt, A., K. Crabtree and A, Gibbs (1990). Viruses of Tropical Plants. Australian Center for International Agricultural Research.

16- Cavalier-Smith, T. (1981). Eukaryote kingdoms: Seven or nine. Biosystems 14:461-481.

17- Cavalier-Smith, T. (1981). Eukaryote kingdoms: Seven or nine. Biosystems 14:461-481.

18- Collier, L. and G. Oxford (1993). Human Virology Oxford Univ. Press Oxford, UK.

19- Cooding, L.R. (1992). Virus proteins that counteract host immune defense Cell 1: 5.

20- Copeland, H. F. (1956). *The classification of lower organisms.* Pacific Books, Palo Alto.

21- Darley, W.M. (1982): Algal Biology: A physiological approach, Blckwell Scientific Publications Oxford London.

22- Davis, D.D.; Dulbecco, R.; Eisen, H.N. and Cinberg, M. (1980). Microbiology, 3rd ed. Harber and Row Publishers. New York, USA.

23- Diener, T.O. (1979). Viroids and Viroid diseases. John, Wiley, New York.

24- Diener, T.O. (1987). The viroids. In the viruses. ed. H. Fraenkel – Conrat Wagner. Plenum Press, New York.

25- Droop, M.R. and H.W. Junnasch (eds.) (1977). Advances in aquatic microbiology, Academic Press, New York. A scrise of Volumes, began to appear in 1977.

26- Dube, H.C. (1983). An introduction to Fungi. 616p. Vikas Puplishing House PVT Ltd.

27- Fraser, R.S. (1987). Biochemistry of virus infected plant, Research Studies Press.

28- Gala Eid, A.M (2004). Staphylococcal Enterotoxin B. Symposium on medical counter measures against the Weapons of mass destruction. General Directorate of health affairs – Hail, KSA.

29- Glegg, C.J. and D.G. Mackean (2000).. Advanced biology principles and applications. Second edition. John Murray Puplishers. London, UK.

30- Harold, C.B. and M.J. Wynne (1978). Introduction to the Algae. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey 07632.

31- Hoog, J. (1860). On the distinction of a plant and an animal, on a fourth kingdom of nature. Edinburgh New Philos. J. 12: 216-225.

32- Ingraham, J.L.; Mual, ole and Neithardt, F.C. (1983). Growth of the bacterial cell. Edit by Sinauer Associated Inc. Sunderland, MAO 1375 USA.

33- Jeffery, C. (1983). Kingdoms, codes and classification, Kew Bulletin 37: 403-416.

34- Leadle. G. F. (1974). How many are the kingdoms of organisms. Taxon 23: 261-270.

35- Leong, J.C. and J.L. Fryer (1993). Viral vaccines for aquaculture. In Annual review of fish diseases. Vol. 3. 225. Pergamon Press, New York.

36- Margulis, L. (1971). Whittaker's five Kingdoms of Organisms: Minor revisions suggested by consideration of the origin of Mitosis evolution. 25: 242 – 245.

37- Margulis, L.,J.O.Corliss,M.Melkonian and D.J.Chapman (1990). Kngdom of protista.Jones&Barlett,Boston:U.S.A.

38- Mckinght, K.H. (1985). The Small-spored species of Podaxis. Mycologia, 77, pp. 24 – 35.

39- Moore-Landecker, Elizabeth, J. (1982). Fundamentals of the Fungi. 580 p. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

40- Mossel, D.A.A. (1982). Microbiology of Foods. Univ. Utrecht. Netherlands.

41- Nultsch, W. (2001). Allgemeine Botanic (11 eddition). Time Verlag Stuuttgart. Germany.

42- Pandey, S.N. and P.S. Trivedi (1994). A text book of Botany, 10th edition. Vikas Publishing House, New Delhi, India.

43- Phillips, R. (1981). Mushrooms and other Fungi of Great Britain and Europe. 287p., Ward Lock Ltd. London.

44- Quicke, D L J (1993). *Principles and techniques of contemporary taxonomy*. Blackie Academic & Professional, An imprint of Chapman and Hall, Glasgow, UK.

45- Ramasamy, K. and T.K. Kandaswamy (1978). Studies on *Podaxis pistilaris* (L. ex. Pers) Morse, and edible Mushroom. Indian Mushroom Science, 1, pp. 429 – 438.

46- Rhenheimer, G. (1980). Aquatic microbiology, 2nd Ed. Wiley, New York.

47- Roizman, B. and A.E. Sears (1990). Herpes Simplex viruses and their replication. In Virology, 2nd ed., P.N. Fields and D.M. Knipe, Eds., 1795, Raven Press, New York.

48- Skinner, F.A. (1975). Anaerobic bacteria and their activities in soil. In N. Walker, ed., Soil microbiology: a critical review. Halsted Press (Wiley). New York, pp. 1-19.

49- Sneath, P. T. and R. R. Sokal (1973). *Principles of numerical taxonomy*. San Francisco, California, USA.

50- Solomon, B.; Berg, M. and Villee (1998). Biology. Fourth edition. Saunders Collegae Puplishers. London, UK.

South, G.R. and A. Whittick (1987). Phycology. Blackwell Scientific Publications Oxford, London.

51- Stace, C. A. (1991) *Plant taxonomy and biosystematics*. Edward Arnold, London, UK.

52- Stanier, R.; Adelberg, E.; Ingerham, J. and Wheelis, M. (1979). Introduction to the world microbiology. Prentic-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

53- Stern, K.R. (2000). Introductory Plant Biology 8th edition. McGrow Hill, Companies, London, UK.

54- Subba Rao, N.S. (ed.) (1982). Advances in agricultural microbiology. Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi, India.

55- Sykes, G. and Skinner, F.A. eds. (1973). Actinomycetales. Academic Press, New York.

56- Tippo, O. (1942). A modern classification of the plant kingdom. Chronica Botanica 7: 203-206

57- Uberto Tosco (1973). The world of Mushroom. Orbis Publishing Ltd. London.

58- Van den Hoek, Ch., H.M. Jahns and D.G. Mann (1993). Algen 3 rd. Thieme verlag, Stuttgart, Germany.

59- Weiz, P. B. (1967). *The science of biology* (3rd edition) McGraw-Hill Inc, USA

60- Whittaker, R.H. (1969). New concepts of Kingdom of organisms. Science 163: 150 – 160.

61- Williams, G (1996). Biology for You. Stanley Thornes (Publishers) Ltd., England.

ثالثاً : مواقع الإنترنت

1. http://swcc.gov.sa/arabic/default.asp
2. http://www.ngwa.org/
3. http://ipsapp009.kluweronline.com
4. http://www.allergyresearchgroup.com
5. http://www.willner.com
6. http://www.newworld@ahram.org.eg
7. www.sehha.com
8. www.psnhc.med.com
9. www.rowad.islam.com
10. www.layyous.com
11. www.Sonama.edu/biology/algae
12. www.firmr.fi/progect/algaline/gallery.htm
13. www.paulsmith.edu/gail/phyto.htm
14. www.helsinki/kmus/botcrup.htm
15. www.nabt.org
16. www.bscs.org
17. www.aibs.org
18. www.biology.com
19. www.faseb.org.

Glossary ثبط المصطلحات



Absorptive hyphae	هيفات الامتصاص
Acacia arabica	نبات الصمغ (السنط) العربى
Acacia farnesiana	نبات الفتنة
Acacia saligna	نبات السنط الاسترالى
Acedio	الكؤوس الأسيدية
Acervuli	كومات
Acervulus	كويمة من الحوامل الكونيدية القصيرة
Acetone	الأسيتون
Acetylmuramic	حامض أسيتيل الميوراملك
Achene	فقيرة (أكين)
Acid fast stain	الصبغ المقاوم للأحماض
Aconite	مادة الأكونيت
Acrasiogymnomycota	فطريات العفن الهلامية الخلوية
Actine	ألياف الأكتين
Actinomorphic	زهرة منتظمة (متناظرة)
Actinomycetes	البكتيريا الخيطية (الاكتينوميسيتات)
Actinophages	الأكتينوفاجات
Adenine	أدينين
Adeno virus	فيروس الغدد.
Adenoviruses	الفيروسات الغدية
Adiantum	نبات كزبرة البئر
Adonis	نبات الأدونس
Adsorbents	ممتزات
Adsorption methods	الامتزاز والاستخلاص
Adsorption stage	مرحلة الامتزاز - الادمصاص
Advantageous activities of bacteria	الأنشطة المفيدة للبكتريا
Adventitious branches	أفرع عرضية
Aecidia	الكؤوس الأسيدية
Aecidio stage	الطور الأسيدي
Aecidospores	الجراثيم الأسيدية
Aerobes	هوائية
Aerobic Helical/Vibrinoid	البكتيريا الهوائية الحلزونية والواوية
Aerobic respiration	تنفس هوائي
Aerobic Rods/Cocci	البكتيريا الهوائية العصوية والكروية

Aerotolerant anaerobes	بكتيريا لا هوائية تتحمل وجود الهواء
Aestivation	تربيع الزهرى
Agar Agar	آجار آجار
Agaricus sp. (Mushroom)	فطرة عيش الغراب
Aggregated fruits	ثمار متجمعة
Aglossopsida	طائفة أجلوسوبسيدا
Agropyron repens	نبات الأجروبيرون
AIDS	الإيدز (مرض نقص المناعة)
Air bladder	مثانات هوائية
Ajuga iva	نبات الأيوجا
Akinetes	الجراثيم الساكنة - الأكينيات
Alanospores	الجراثيم الساكنة
Albizzia lebbek	نبات اللبخ (دقن الباشا)
Albugo candida	ألبوجو كانديدا
Alfalfa mosaic	تبرقش البرسيم الحجازي
Algae	الطحالب
Algal Layer	الطبقة الطحلبية
Alginic acid	حامض الألجينيك
Alhagi	نبات العاقول
Allium cepa	نبات البصل
Allium sativum	نبات الثوم
Alternation of generation	ظاهرة تبادل الأجيال
Althaea rosea	نبات الخطمية
Amastigomycota	الفطريات اللاسوطية
Ambrosia	نبات الأمبروزيا
Amentiferae theory	نظرية الهريات
Ammi majus	نبات الخلة البلدى
Ammi visnaga	نبات الخلة البرية
Amphithecium	طبقة العلبة العليا
Amphitrichous	سوطية الطرفين
Anaerobic Cocci	البكتيريا اللاهوائية الكروية
Anaerobic Cocci	البكتيريا الهوائية الكروية
Anaerobic respiration	التنفس الهوائي
Anaerobic respiration	تنفس لا هوائي
Anastomosis	اتصالات ما بين الفروع الثانوية
Androecium	طلع
Anemone	نبات الأنيمون
Anethum graveolens	نبات الشبت

Angiosperms	كاسيات البذور
Angiosperms	مغطاة (كاسيات) البذور
Animal culture	حقن حيوانات قابلة للإصابة بالفيروس
Animal Viruses (Zoophaginae)	الفيروسات الحيوانية – الزوفاجات
Anisogametangia	حوافظ مشيجية غير متشابهة أو متباينة
Anisogamy	التزاوج غير المتماثل
Anisogamy	أمشاج غير متشابهة
Annulus	طوق
Anterior side	جانب أمامى
Anther	متك
Antheridia	أنثريدات
Antheridial cavities	تجاويف الأنثريدات
Antheridial cell	خلية أنثريدية
Antheridiophore	الحامل الأنثريدي
Antheridium	أنثريدة
Antherozoid (sperm)	سابحة ذكرية واحدة
Anthoceratophyta	الحزازيات القرنية
Anthoceratopsida	طائفة الأنثوثيراتوبسيدات
Anthoceros	الأنثوسيروس
Anthrax	مرض الجمرة الخبيثة
Antibiotics	المضادات الحيوية
Antirrhinum	نبات حنك السبع
Aphids	المن
Apiaceae	الفصيلة الكرفسية
Apical	قمى
Apium graveolens	نبات الكرفس
Aplanospores	جرثومة غير متحركة
Apocarpous	منفصل الكرابل
Apophysis	أبوفيسيس
Apothecium	الثمرة الزقية الكأسية
Apparent infection	الإصابة الظاهرية
Aquatic	معيشة مائية
Arachis hypogaea	نبات الفول السودانى
Archegonia	أرشيجونات
Archegonial chamber	غرفة الأرشيجونات
Archegoniophore	حامل أرشيجونى
Archegonium	أرشيجونة
Archesporium	نسيج جرثومى

Areca catchu	نبات الأريكا
Arecaceae	الفصيلة الأريكية
Artemisia	نبات الشيح
Arthrophyta	قسم النباتات المفصلية
Arthrospores	جراثيم مفصلية
Arundo donax	نبات الغاب
Ascending	تصاعدى
Asci	الأكياس الزقية (الزقاق)
Ascocarp	لثمرة زقية
Ascogenous hyphae	خيوط فطرية زقية
Ascogonium	الأسكوجونة
Ascolichens	أشنة زقية
Ascospores	جراثيم زقية (كيسية)
Ascus mother cell	خلية أمية للزق
Aseptic growth medium	وسط نمو معقم
Asexual reproduction	التكاثر اللاجنسى
Asidiolichens	الأشنة البازيدية
Asparagus officinalis	نبات كشك ألماظ (الهليون)
Aspergillus sp.	فطرة أسبرجيللس
Asphodelus	نبات العنصل
Assimilating tissue	نسيج تمثيلى
Aster	نبات الأستر
Asteraceae	الفصيلة النجمية
Atropa belladona	نبات البلادونا
Attachment	الالتصاق (ادمصاص الفيروس)
Atypical Gram Bacterial	بكتيريا غير نموذجية جرام
Autotrophs	ذاتية التغذية
Autotrophs	كائنات ذاتية التغذية
Auxospore	إكسوسبور
Auxospores	جراثيم نامية
Avirulent	الغير شرسة
Awn	سفاة
Axial fibrils	اللويفات المحورية
Axile	محورى

B

Bacilli Enveloped	الشكل الباسيلي المغلف
Bacillus anthracis	ميكروب مرض الجمرة الخبيثة

Bacillus mycoides	بكتيريا الشكل النجمى
Bacteria	البكتيريا
Bacterial chromatin	الكروماتين البكتيري
Bacterial conjugation	التزاوج البكتيري
Bacterial transformation	التحول البكتيري (النقل المباشر) والانتقال
Bacteriophage	الفيروسات البكتيرية
Bacteriophages typing (Phage)	التنوع في الفيروسات البكتيرية
Barley stripe mosaic virus	فيروس التبرقش المخطط في الشعير
Barly	الشعير
Basal	قاعدى
Basal heterocysts	حويصلات مغايرة قاعدية
Base	قاعدة
Based plate	قرص قاعدي
Basidia	الحوامل البازيدية
Basidio stage	الطور البازيدي
Basidiospores	الجراثيم البازيدية
Basidium	البازيديوم أو الدعامة
Basophils	خلايا "قاعدية"الأصطباغ
Bauhenia variegata	نبات خف الجمل
Belepharoplast	بالبيليفاروبلاست
Berry	ثمرة لبية
Biconcave separation	أقراص الانفصال
Biflagellated spores	ثنائية الأسواط
Bilaterally symmetrical	الخلية ذات تماثل جانبي
Binal symmetry	تماثل ثنائي
Binary Fission	الانشقاق (الانشطار الثنائي)
Binucleat mycelium	ثنائية النواة
Biogas	الغاز الحيوي
Biological control	المقاومة الحيوية
Biomediation	العلاج البيولوجي
Biopsy	عينة
Bisexual	ثنائي الجنس
Bitunicate	ثنائية الغلاف
Black mold	العفن الأسود
Black rust	الصدأ الأسود
Black tea	الشاي الأسود
Blastospores	جراثيم برعمية
Blue green algae	الطحالب الخضراء المزرقة

Blue mold	العفن الأزرق
Bract	قنابة
Bract scale	حرشفة قنابية
Brassica oleracea v *botrytis*	نبات الكرنب
Brassica oleracea v *capitata*	نبات القرنبيط
Brassica rapa	نبات اللفت
Brassicaceae	الفصيلة الخردلية
Bread mold	عفن الخبز
Bryophyta	نباتات حزازية
Bryophytes	الحزازيات
Budding	التبرعم
Budding fission	الانشقاق التبرعمي
Bulbils	بصيلات
Bullet- shaped Enveloped	شكل الرصاصة المغلف
Butter	الزبد
Button stage	الطور الزراري

(C)

Cabbage	الكرنب
Caesalpinoideae	تحت الفصيلة البقمية
Calamitales	رتبة الكلاميتالات
Calendula	نبات الأقحوان
Callose	الكالوس
Calyptra	قلنسوة
Calyx	كأس
Campanulate	جرسى
Candidiasis	المبيضات
Capillitium	نمو شبكي دقيق
Capitulum	نورة رأسية (هامة)
Capsella bursa-pastoris	نبات كيس الراعى
Capsicum annum	نبات الفلفل الرومى
Capsid (Coat)	الغطاء - الكابسيد
Capsomers	كابسوميرات
Capsule	علبة- كبسولة
Carbohydrases	الإنزيمات المحللة للمواد الكربوهيدراتية
Carbohydrates	المواد الكربوهيدراتية
Carbol fuchsin	كاربول فوكسين
Carotene	كاروتين

Carotene	صبغ الكاروتين
Carpels	كرابل
Carpogonium	الكربوجونة
Carposporangia	الحوافظ الجرثومية الثمرية
Carpospore	جرثومة حافظية لاجنسية غير متحركة
Carrageenin	كاراجينين
Carthamus tinctorius	نبات القرطم
Carum carvi	نبات الكراوية
Caryophyllaceae	الفصيلة القرنفلية
Caryopsis	برة
Cassia fistula	نبات خيار شمبر
Casuarina	نباتات الكازوارينا
Cation	كاتيون القاعدة
Catkin	نورة هرية
Caytoniales	رتبة الكايتونيولات
Cedrus	نبات الآرز
Cell culture	مزرعة خلوية
Cell mass	الكتلة الخلوية
Cell wall	الجدار الخلوي
Cellular slime molds	فطريات العفن الهلامية
Cellulase	إنزيم السيليوليز
Centaurea	نبات السنتاوريا (العنبر)
Centric type	الطراز الدائري
Centrifugation	الطرد المركزي
Ceonocytic	مدمج خلوي
Ceratium	طحلب سيراتيوم
Ceratonia siliqua	نبات الخروب
Chara sp.	طحلب كارا
Characteristic organization	التعضي المميز
Charophyta	الطحالب الكارية
Cheese	الجبن
Chemical composition of viruses	التركيب الكيميائي للفيروسات
Chemical Factors	العوامل الكيميائية
Chemical Methods	الطرق الكيميائية
Chemoautotrophs	ذاتية التغذية الكيميائية
Chemostat	الثبات الكيميائي
Chemosynthetic heterotrophic	غير ذاتية التغذية الكيميائية
Chichorium endivia	نبات الشيكوريا

Chick Embryo culture	مزارع أجنة الدجاج
Chicken embryo	أجنة الدجاج
Chitin	الكيتين
Chlamydia	الكلاميديا
Chlamydomonas	كلاميدوموناس
Chlamydospores	جراثيم كلاميدية
Chlorella pyrinoidosa	كلوريلا بيرينويدوزا
Chlorophyll	اليخضور
Chlorophyllous	يخضورية
Chlorophyta	الطحالب الخضراء
Chlorotic	شاحبة الخضرة
Cholera	الكوليرا
Chromatophore	حاملات الأصباغ القرصية
Chromoplasm	البلازما الملونة
Chromulina sp.	طحلب كروميولينا
Chrysanthemum	نبات الأقحوان
Chrysolaminarina	كريزولامينارين
Chrysophyceae (Bacillarophyceae)	الطحالب الدياتومية
Chytridomycetes	الفطريات الكتريدية
Citrus canker	مرض التسوس في الحمضيات
Cladophora	كلادوفورا
Clamp connections	الاتصالات الكلابية
Class Bacteria	طائفة البكتيريا
Class Cyanobacteria	طائفة البكتيريا الخضراء المزرقة
Class Eubacteria	طائفة البكتيريا الحقيقية
Class Green-photo bacteria	طائفة البكتيريا الضوئية الخضراء
Class Microtatobiotes	طائفة صور الحياة الدقيقة
Class Mycoplasms	طائفة الميكوبلازمات
Class Red-photobacteria	طائفة البكتيريا الضوئية الحمراء
Class Schizomycetes:	طائفة الفطريات المنشطرة
Classes	طوائف
Classical	تقليدي
Classification	تقسيم (تصنيف)
Cleistothecium	الثمرة الزقية الكروية (المغلقة)
Clostridium tetrani	بكتريا التيتانوس
Clostrium sp.	كلوستريام
Clumps	خلايا فردية أو كتل
Coenocytic	مدمج خلوي

Coenocytic hyphyae	خيوط مدمجة خلويا
Coenopteropsida	طائفة السينوبتروبسيدا
Coffee	البن
Colchicum autumnale	نبات اللحلاح (العكنة)
Coleus	نبات الكوليس
Coliphages	كولايفاجات
Colorimeter	جهاز قياس اللون
Columella	العويميد
Common scab of potato	الجرب العادي في البطاطس
Commonsalism	معايشة
Complex viruses	الفيروسات المعقدة (المكعبة)
Compositae	الفصيلة المركبة
Composite fruits	ثمار مركبة
Compost	السماد البلدي
Compound spike	سنبلة مركبة
Compound staining	الصبغ المركب
Compound umbel	نورة خيمية مركبة
Compound zoospore	جرثومة واحدة مركبة
Conceptacles	حوافظ جنسية
Conidia	الكونيدات
Conidiophore	حامل كوندي
Coniferophyta	قسم النباتات المخروطية
Conjugation	التزاوج
Conjugation canals	قنوات الاقتران (التزاوج)
Conjugation tube	أنبوبة الاقتران.
Continuous cultures	المزارع البكتيرية الدائمة (المستمرة)
Contorted	ملتف
Contracilte vacules	فجوتان منقبضتان
Contractile tail	قابل للانقباض
Convex	محدبة
Convolvulaceae	الفصيلة العليقية
Convolvulus arvensis	نبات العليق
Convolvulus scammonia	نبات عليق اسكامونيا
Convolvulus scoparius	نبات عليق اسكوباريوس
Coralline red algae	الأنواع المرجانية
Coriandrum sativum	نبات الكسبرة
Corolla	تويج
Corona	التاج

Corona	كورونا
Cortex	القشرة
Cortical layer	منطقة القشرة
Corymb	نورة مشطية
Cosmarium sp.	كوزماريوم
Cosmids	الكوزميدات
Cotton root rot	عفن جذور القطن
Covered	مغطاة
Cowpox	الجدري البقرى
Cressa cretica	نبات المليح
Criss-crossed	مصاطب متقاطعة معا
Crocus	نبات الكروكس
Cronquist	كرونكست
Cross walls	جدر عرضية
Cruciferae	الفصيلة الصليبية
Cruciform	صليبى
Crustose Lichens	أشنات قشرية
Crysophaceae	الطحالب الصفراء الذهبية
Crystal violet	الصبغة القاعدية (الكريستال البنفسجي)
Crystalline	بلوري
Cubic isometric	متماثلة الأوجه
Cubical packets	صور مكعبات
Cuboid viruses	شكل مكعب
Cucumber mosaic	تبرقش الخيار
Cucumber pale fruit viroid (CPV)	فيرويد شحوب ثمرة الخيار
Cucumber rot	الخيار
Cultivation	زراعة
Cuminum cyminum	نبات الكمون
Cup shaped	كأسي الشكل
Curved rods	عصوية منحنية
Cuscuta planiflira	نبات الحامول
Cyanobacteria	البكتيريا الخضراء المزرقة الضوئية
Cyanobacteria	البكتيريا الخضراء المزرقة
Cyanophages	ملتقمات الطحالب الخضر المزرقة
Cyanopheceen protein	بروتين السيانوفيسين
Cyanopheceen- starch	سيانوفيسين
Cycadopphyta	قسم النباتات السيكادية
Cycas	السيكاس

Cydonia vulgaris	نبات السفرجل
Cylindrical	اسطواني
Cynara scolymus	نبات الخرشوف
Cynodon dactylon	نبات النجيل
Cypress	السرو
Cypsela	سبسلا
Cyst	جرثومة ساكنة (حوصلة)
Cyst formation	تكوين الحويصلات
Cystocarp	الحويصلة الثمرية
Cytoplasic strands	الخيوط السيتوبلازمية
Cytoplasm	السيتوبلازم
Cytosine	السيتوسين

(D)

Divison Anthoceratophyta	قسم الحزازيات القرنية
Divison Anthophyta	قسم النباتات الزهرية
Divison Anthrophyta	قسم النباتات المفصلية
Divison Bryophyta	قسم الحزازيات القائمة
Divison Coniferophyta	قسم النباتات المخروطية
Divison Cycadophyta	قسم النباتات السيكادية
d.s.RNA	رنا مزدوج الخيط
d.s-DNA	دنا مزدوج الخيط
Dahlgren	دالجرين
Datura stramonium	نبات الداتورة
Daucus carota	نبات الجزر
Daughter cells	خلايا بنوية
Daughter colony	مستعمرة بنوية
Death phase	مرحلة الموت
Defective	ناقصة
Degradation	انحلال
Dehydration	تجفيف الخلايا
Delicate	مرن
Delphinium	نبات العايق
Deoxy ribo nucleic acid (DNA)	حامض نووي ديؤكسي ريبوزي (دنا)
Deoxyribonuclease	إنزيم هدم دنا
Deptheria	الدفتريا
Descending	تنازلى
Desiccation	التجفيف

Desmids	الدزميدات
Diadelphous	ثنائى الأنبوبة السدائية
Dianthus	نبات القرنفل
Diatomaceous earth	الأرض الدياتومية
Diatoms	الدياتومات
Dichasium	نورة ثنائية الشعب
Dicotyledoneae	ذوات الفلقتين
Dictyostele	عامود وعائى شبكى (مجزأ)
Diecious	ثنائى المسكن
Different mating type	سلالتين مختلفتين جنسياً
Differential staining	الصبغ التفريقى
Digitalis purpurea	نبات الديجيتالس
Dikaryon	المزدوج النووي (ن+ن)
Dilution rate	معدل التخفيف
Dioecious	الأنواع ثنائية المسكن
Diplanetism	التشكل الجرثومي
Diplobacilli	عصويات ثنائية
Diplococci	كروية ثنائية (في أزواج)
Diplomastigomycotina	الفطريات ثنائية الأسواط
Direct cell count	التقدير المباشر لعدد الخلايا
Disc floret	أزهار قرصية
Discomycetes	الفطريات الزقية القرصية
Disjunctor cells	الخلايا البينية
Dissemination of Viruses	انتشار الفيروسات
Distortions	تشوهات
Distribution	التوزيع- الانتشار
Division : Photo bacteria	قسم البكتريا الضوء تخليقية
Division :Procaryotes indifferent to light (Scottobacteria)	قسم أوليات النواة الغير ضوئية
Division Bryophyta	قسم النباتات الحزازية
Division Photobacteria	قسم البكتيريا الضوئية
Division Protophyta	قسم النباتات البدائية
Division Pteridophyta	قسم النباتات التريدية
Division Scotobacteria	قسم البكتيريا الغير ضوئية
Division Spermatophyta	قسم النباتات البذرية
Division Thallophyta	قسم النباتات الثالوسية
Divison Hepatophyta	قسم الحزازيات المنبطحة
DNA finger-printing	بصمات دنا

Dolenix regia	نبات البوانسيانا
Donor	المانحة أو المعطية
Dormancy (resting) stage	مرحلة ساكنة
Double stranded	مزدوج الخيط
Downy mildews	البياض الزغبى
D-ribose	دي ريبوز
Drupe	ثمرة حسلية
Dry dehiscent fruits	ثمار جافة متفتحة
Dry fruits	ثمار جافة
Dry indehiscent fruits	ثمار جافة غير متفتحة
Dry schezocarpic fruits	ثمار جافة منشقة
Divison Ginkgophyta	قسم النباتات الجنكوية
Divison Gnetophyta	قسم النباتات النتومية
Divison Microphyllophyta	قسم النباتات صغيرة الأوراق
Divison Psilotophyta	قسم النباتات السلوتية
Divison Pteridophyta	قسم النباتات الرخسية

E

Early blight	اللفحة المبكرة
Earth stars	النجوم الأرضية
Echinops	نبات شوك الجمل
Economic Importance	الأهمية الاقتصادية
Ectocarpus sp.	طحلب إكتوكاربس
Ectomycorrhiza	جذر فطريات خارجية
Ectoparasitic	جسم العائل
Egg	بيضة
Elaters	ناثرات
Electerophoresis	التنقية باستخدام الهجرة في مجال كهربي
Elementary body	الجسم الأول
Elementary units	الوحدات المبدئية (المعدية)
Embryo	جنين
Embryo sac	كيس جنينى
Encapsulated	البكتيريا المغلفة
Encephalitis	التهاب المخ
Endocarp	غلاف الثمرة الداخلى
Endodermis	بشرة داخلية
Endogenote	المادة الوراثية الداخلية
Endogenous	جراثيم تتكون داخلياً

Endomycorrhiza	جذر فطريات داخلية
Endoparasitic	أنسجة العائل
Endophytic	النباتات الراقية
Endospores	الجراثيم (الأبواغ) الداخلية
Endothecium	الطبقة الداخلية الخصبة
Endozoic	متطفلة داخل الحيوانات
Engler	إنجلر
Entire	كاملة
Entities	وحدات
Entity	كيان
Entrotoxin	السم الداخلي
Enveloped virus	فيروساً مغلفاً
Ephedra	نبات الافيدرا
Epicalyx	فوق الكأس
Epicone	إبيكون
Epidermis	بشرة خارجية
Epigynous	زهرة علوية
Epipetalous	فوق بتلية
Epiphytic	جذوع الأشجار
Epitheca	الغمد العلوي (الفوقي)
Epizoic	على أجسام الحيوانات
Equisetales	رتبة الذيل حصانيات
Equisetum	ذيل الحصان
Eriobotrya japonica	نبات البشملة
Eruca sativa	نبات الجرجير
Escherichia coli	إسيريشيا كولاى
Euglina	اليوجلينا
Eukaryota	الكائنات حقيقية النواة
Eukaryotes	الكائنات حقيقية النواة
Eukaryotes	حقيقية النواة
Eumycota	قسم الفطريات الحقيقة
Euromycine	اليوروميسين
Eusporangiopsida	طائفة اليوسبورانجيوبسيدا
Eustele	عامود وعائى حقيقى
Exocarp	غلاف الثمرة الخارجى
Exogenous	جراثيم غير متحركة تتكون خارجياً
Exospores	الجراثيم الخارجية
Exotoxins	السموم الخارجية

Exponential phase	مرحلة النمو اللوغاريتمى
Exteracellular phase	الطور الخارجي
External symptoms	الأعراض الخارجية
Exudates	إفرازات
Eye piece lens	العدسة العينية
Eye spot (Stigma)	بقعة العينية

F

Faba vulgaris	نبات الفول
Fabaceae	الفصيلة الفولية
Faboideae	تحت الفصيلة الفولية
Facultative anaerobes	لاهوائية اختيارية
Facultative parasites	اختيارية التطفل
Facultative saprophytes	اختيارية الترمم
Facultative saprophytic fungi	الفطريات اختيارية الترمم
Facultatively Anaerobic Rods	البكتيريا اللاهوائية الاختيارية العصوية
False fruits	ثمار كاذبة
False indusium	غطاء كاذب
Families	فصائل
Family Clamydiaceae	العائلة الكلاميدية
Family Nostocaceae	فصيلة نوستوكاسي
Family Rickettsiaceae	العائلة الريكتيسية
Family:Saprolegniaceae	سابروليجنية
Fat droplets	حبيبات الدهون
Female conceptacles	الحافظة الجنسية المؤنثة
Female gametangia	جنسية مؤنثة
Female gametophyte	النبات المشيجي المؤنث
Female protothallus	ثالوس أولى مؤنث
Female recipient cell	الخلية الأنثوية المستقبلة
Female strobili	مخاريط مؤنثة
Ferns	السرخسيات
Fertile pinnules	رويشات خصبة
Fertile zones	مناطق خصبة
Fertilization tube	أنبوبة إخصاب
Ferula	نبات الفريولا
Filament	الخيط (الشعيرة)
Filamentous	خيطية
Filamentous Algae	طحالب خيطية

Filamentous bacteria	البكتريا الخيطية
Filamentous lichens	أشنات خيطية
Filicales	رتبة السراخس الحقيقية
Filiform	خيطي
Fimbriae	الفمبريا
Fire blight of pears	مرض اللفحة النارية في الكمثرى
Fission	الانشطار
Flagella	الأهداب (الأسواط)
Flagella staining	صبغ الأسواط البكتيرية
Flask shaped	الجسم الثمري القاروري
Fleshy fruits	ثمار غضة
Flocculent	كتل
Floral characters	صفات زهرية
Floral diagram	مسقط زهرى
Floral formula	قانون زهرى
Floral parts	أجزاء زهرية
Floridean starch،	النشا الفلوريدى
Fodder fermentation	تخمير العلف الحيواني
Foeniculum vulgare	نبات الشمر
Foliose Lechens	أشنات ورقية
Follicle	جرابية
Food bank	بنك غذائي
Foot	قدم
Foot and mouth disease	مرض القدم والفم
Forespore	البدائة (طليعة) الجرثومية
Form- Family	شبه طائفة الفطريات الناقصة
Fowl Leukemia	ليوكيميا الدجاج
Fowl sarcoma	التورم اللحمي للدجاج
Fragaria	نبات الفراولة (الشليك)
Fragmentation	التجزؤ (التفتيت)
Free central	مركزى سائب
Free living	معيشة حرة
Freezia	نبات الفريزيا
Fronds	أوراق سرخسية (درونات)
Fruit	ثمرة
Fruit bodies	الثمرية المميزة
Fruiting body	الجسم الثمرى
Fruticose Lichens	أشنات شجرية

Fucoxanthin	صبغ فيوكوزانثين
Fucus sp.	طحلب فيوكس
Funaria	نبات الفيوناريا
Funariaceae	الفصيلة الفيونارية
Fungal spores	الجراثيم الفطرية
Fungi	الفطريات
Fungi	الفطريات
Funicl	حبل سرى
Funnel-form	قمعى
Fusarium sp.	جنس الفيوزاريوم

G

Gametangia	الحوافظ المشيجية
Gametangial contact	اتصال الحوافظ المشيجية
Gametangial copulation	الاتحاد بين حوافظ مشيجية
Gametes	الأمشاج
Gametophyte	النبات المشيجى
Gametophyte generation	الطور المشيجى
Gamopetalous	ملتحم البتلات
Gamosepalous	ملتحم السبلات
Garamicidine	الجراميسدين
Gas Vacuoles	فجوات هوائية
Gelatinous sheath	جيلاتينى أو هلامي
Gemmae	الجيمات
Gene	مورروث
Genera	أجناس
General characteristics	الخصائص (الصفات) العامة
Generation time	الزمن الجيلى
Generative cell	خلية تناسلية
Generative nucleus	خلية متوالدة
Genetic material	المادة الوراثية
Genetophyta	قسم النباتات النتومية
Genkogophyta	قسم النباتات الجنكية
Genome	المورث
Gills	الخياشيم
Ginko biloba	نبات الجنكو بايلوبا
Girdle	الحزام
Gladiolus	نبات الجلاديولاس

Gliding movement	الحركة الإنزلاقية
Globose	كروية
Glossopsida	طائفة جلوسوبسيدا
Glucan	الجلوكان
Glucose	جلوكوز
Glume	قنبعة
Glycocalyx	جليكوكيليكس
Glycogen	الجليكوجين–نشا حيوانى
Gomphonema	طحلب الجومفونيما
Gonidia	جونيدا
Gonidia	الجونيدات
Gonidial Layer	الطبقة الجونيدية
Gonococcus	المكورة البنية
Gonorrhea	السيلان
Gossypium barbadense	نبات القطن المصرى
Grain	حبة
Gram negative bacteria	بكتيريا سالبة لصبغة جرام
Gram positive bacteria	بكتيريا موجبة لصبغة جرام
Gram stain	صبغة جرام
Graminae	الفصيلة النجيلية
Grasses	النجيليات
Green algae	الطحالب الخضراء
Green mold	العفن الأخضر.
Grooves	أخاديد
Groups	مجاميع
Growth	نمو
Growth amount	كمية النمو
Growth curve of bacteria	منحنى النمو في البكتيريا
Growth of Bacteria	النمو في البكتيريا
Growth rate	معدل النمو
Guanine	جوانين
Gymnomycota (Myxomycota)	الفطريات العارية (الهلامية)
Gymnospermae	معراة (عاريات) البذور
Gymnosperms	عاريات البذور
Gynoecium	متاع
Gypsophila	نبات الجيبسوفيلا

H

Habitat	البيئة
Hadrome	الهدروم
Halophytic	نظام التغذية النباتي
Halothallic	متماثلة (متشابهة) الثالوس
Halozoic	يتغذى بطريقة حيواني
Haplomastigomycotina	الفطريات أحادية السوط
Harmful activities of bacteria	الأنشطة الضارة للبكتيريا
Haustoria	ممصات
Head	رأس
Head membrane	بغلاف الرأس
Helianthus annus	نبات دوار (عباد) الشمس
Helical	حلزوني
Helicoid	نورة قوقعية
Hepatophyta	الحزازيات المنبطحة
Herbs	أعشاب
Hermaphrodite	الأنواع الخنثي
Hetereogamic conjugation	متباينة التزاوج
Heterochemotrophs	غير ذاتية التغذية الكيميائية
Heterocyst	حويصلة مغايرة
Heteroecism	بتباين العوائل
Heterogametangia	الحوافظ المشيجية غير متشابهة
Heterogametes	أمشاجاً غير متشابهة
Heterogamy	أمشاج غير متشابهة
Heterogeneous	غير متجانسة
Heteromorphic	متباينة الشكل
Heteromorphic doplontic	دورة حياة ثنائية متباينة الأطوار
Heterophorphic	تبادل الأجيال غير متشابهة
Heterosporous	أنوع مختلفة من الجراثيم
Heterosporous	متباينة الجراثيم
Heterothallic	متباينة الثالوس
Heterotrophic	غير ذاتية التغذية
Heterotrophs	كائنات غير ذاتية التغذية
Hexamers	الهكسامرات
Hibiscus esculentus	نبات البامية
Hibiscus rosa-sinensis	نبات ورد الصين
Hibiscus sabdriffa	نبات الكركديه

High speed centrifugation	الطرد المركزي عالي السرعة
Higher fungi	الفطريات الراقية
Histological abnormalities	الشذوذات النسيجية
Holdfast	المثبت
Homosporous	متماثلة الجراثيم
Homothallic	متماثلة الثالوس
Hook	الخطاف
Hook-shaped cell	الخلية الخطافية (كلابية)
Hordeum vulgare	نبات الشعير
Hormocyst	الحويصلة الهرموجونية
Hormogones	الهرموجونات
Hormospore	الجراثيم الهرموجونية
Horsetails	الذيل حصانيات
Host range	تباين المدى العائلي
Humus	الدوبال
Hutchinson	هتشنسون
Hymenial layer	الطبقة الخصبة
Hyoscyamus muticus	نبات السكران
Hyphae	خيط فطري
Hyphaene thebaica	نبات نخيل الدوم
Hypocone	هيبوكون
Hypogynous	زهرة سفلية
Hypotheca	الغمد التحتى

I

Imbricate	متراكب
Imperata	نبات الحلفا
Imperfect fungi	الفطريات الناقصة
Indirect cell count	التقدير الغير مباشر لعدد الخلايا
Individual cell	خلية مفردة
Induction	تنشيط (حث)
Infection	إصابة
Infection or Penetration stages	مرحلة الإصابة - الاختراق
Infectious	معديا
Inferior	سفلى
Inflorescence	نورة
Influenza	أنفلونزا
Inner cortex	القشر الداخلية

Inoperculate Discomycetes	الزقيات القرصية غير الغطائية
Insects	حشرات
Integrated	يتكامل
Integument	غلاف البويضة
Intercalary	بين خلوية
Intercellular mycelium	نموا فطريا بين خلوي
Internal proliferation	ظاهرة التعاقب الحافظي
Internal structures	التركيب الداخلي
Internal symptoms	الأعراض الداخلية
Intracellular	داخل خلوية
Intracellular phase	طور داخلي
Involucre	قلافة
Ipomoea batatas	نبات البطاطا
Ipomoea tricolor	نبات ست الحسن
Iridaceae	الفصيلة السوسنية
Iris	نبات السوسن
Iris florintina	سوسن عرق الطيب
Irish moss	الحزازي الأيرلندي
Iron bacteria	بكتريا الحديد
Irregular	غير منتظم
Isidia	تكوين الايزيدات
Isogametangia	الحوافظ المشيجية متشابهة
Isogametes	مشيجين متشابهين
Isogamic conjugation	متشابهة النزاوج
Isogamy	أمشاج متشابهة
Isomorphic	متماثلة الشكل
Isomorphic alternation	تبادل متماثل الشكل
Isomorphic diplontic	دورة ثنائية متشابهة الأطوار

K

Karyogamy	الاندماج النووي
Killed	قتلت
Kingdom Algae	مملكة الطحالب
Kingdom Animalia	مملكة الحيوان
Kingdom Monera	مملكة البدائيات (المونيرا)
Kingdom Plantae	مملكة النبات
Kingdom Protista	مملكة الطلائعيات (البروتستا)
Kingdom Viratae	مملكة الفيروسات

Kingdom: Fungi: (Myceteae)	مملكة الفطريات
Kuffer cells	ملتقمات في الكبد

(L)

Labiatae	الفصيلة الشفوية
Labiate	شفوى
Lactic acid bacteria	بكتيريا حامض اللاكتيك
Lactuca sativa	نبات الخس
Lag phase	المرحلة التمهيدية (طور الركود)
Lamina	النصل
Laphotrichous	سوطية الطرف
Latania	نبات اللاتانيا
Lateral conjugation	التزاوج الجانبي
Latex	لبن نباتى
Lathyrus	نبات بسلة الزهور
Launaea	نبات اللاونيا
Leaf hoppers	نطاطات الورق
Leaf roll of Potato	التفاف أوراق البطاطس
Lefson's stain	صبغة ليفسون
Legume	ثمرة قرنية (بقلاء)
Leguminosae	الفصيلة القرنية
leguminous plants	النباتات البقولية
Lemma	عصيفة السفلى
Lens esculentus	نبات العدس
Leptosporangiopsida	طائفة اللبتوسبورانجيوبسيدا
Leucosine	ليوكوسين
Lichens	الأشنات
Lid	غطاء
Ligule	لسين
Liguliflorae	تحت الفصيلة الشريطية
Liliaceae	الفصيلة الزنبقة
Lilium	نبات الزنبق
Limburger	جبن الليمبورجر
Linaria	نبات الليناريا
Lipases	الإنزيمات المحللة للدهون
Lipman system	بنظام ليبمان لإنتاج الطاقة
Lipo polysaccharide	عديدة التسكر
Lipoprotein	البروتين الدهني

Liverworts	حزازيات
Living contents	المحتويات الحية
Livistona	نبات الليفستونا
Lobe	فص
Local	موضعية
Local and systemic infection	موضعية وجهازية معاً
Loculicidal	تفتح مسكنى
Log phase	الطور اللوغاريتمى
Logos	لوجس
Longitudinal division	انقساما غير مباشر طوليا
Longitudinal section	قطاع طولى
Longitudinal valves	صمامات طولية
Lorica	لوريكا
Lotus	نبات اللوتس
Low frequency	بمعدل ظهور منخفض
Low speed centrifugation	الطرد المركزي منخفض السرعة
Low turbidity	نقص التعكير
Lower basidomycetes	الفطريات البازيدية الدنيا
Lower cortex	القشرة الخارجية السفلي
Lower fungi	الفطريات الدنبا
Lupinus termis (albus)	نبات الترمس الأبيض
Lycopersicon esculentum	نبات الطماطم
Lycopodiales	رتبة الليكوبودات
Lycopodium	الليكوبوديم
Lymphoma	أورام الليمفوم
Lysogenic bacterium	البكتيرة المولدة للإذابة
Lysogeny	ظاهرة تولد التحلل
Lytic cycle	دورة التحلل
Lytic infection	الإصابة التحللية
Lytic phages	الفاجات المذيبة

(M)

Macerated	يفكك
Macerozymes	تفكيك
Macro molecules	جزيئات كبيرة
Macroconidia	جراثيم كونيدية كبيرة
Macrospores	جراثيم سابحة كبيرة
Macrosporophylls	أوراق جرثومية كبيرة

Magnoloiopsida	المانوليبسيدات
Maize	الذرة
Male cell	خلية ذكرية
Male conceptacles	الحافظة الجنسية المذكرة
Male gametangia	حوافظ جنسية مذكرة
Male gametophyte	النبات المشيجى المذكر
Male protothallus	ثالوس مشيجى ذكرى
Male strobili	مخاريط مذكرة
Male-donor cell	خلية ذكرية واهبة
Malformation (distortion)	التشويه
Malva parviflora	نبات الخبيزة
Malvaceae	الفصيلة الخبازية
Mannans	المانات
Mannitol	سكر المانيتول
Manure	الأسمدة
Marchantia	جنس الماركانتيا
Marchantiaceae	الفصيلة الماركانتاوية
Marchantiales	رتبة الماركانتيلات
Margarine	المرجرين
Marginal	حافى
Marin food chain	السلاسل الغذائية البحرية
Marine algae	الطحالب البحرية
Marine fungi	فطريات مياه بحار
Marsilea	نبات المارسيليا
Marsiliales	رتبة المارسيليات
Mastigomycota	الفطريات السوطية
Mathiola humilus	نبات المنثور
Matricaria chamomilla	نبات البابونج
Measurement of dry weight	تقدير الوزن الجاف للخلايا
Measurement of turbidity	تقدير درجة التعكير
Meat Tenderizer	مضافات غذائية لتطرية اللحوم
Mechanical inoculation	الحقن الميكانيكي
Medicago sativa	نبات البرسيم الحجازى
Medical Microbiology	الميكروبيولوجيا الطبية
Medulla	النخاع
Medulla	نخاع
Medullary region	المنطقة النخاعية
Megasporangia	حوافظ جرثومية كبيرة

Megasporangia	حوافظ جرثومية كبيرة
Megaspores	جراثيم كبيرة مؤنثة
Meiosis	انقسام اختزالي
Meiospores	جراثيم مختزلة
Meiospores	ميوسبورات
Membranous	غشائى
Memosoideae	تحت الفصيلة الطلحية
Mentha longifolia	نبات النعناع
Mericarps	ثمار جزئية (ثميرات)
Mesocarp	غلاف الثمرة الأوسط
Mesosomes	الميزوسومات
Metabolic products	منتجات أيضية
Metabolically inert	خاملاً أيضياً
Metabolism	التمثيل الغذائي
Metabolites	مواد أيضية
Methionine	مثيونين
Methylene blue	أزرق الميثيلين
Microbes	الكائنات الحية الدقيقة
Microconidia	جراثيم كونيدية صغيرة
Microcyst	الحويصلة
Microphyllophyta	قسم النباتات الميكروفيللية (صغيرة الأوراق)
Micropyle	النقير
Microsporangia	حوافظ جرثومية صغيرة
Microspores	جراثيم سابحة صغيرة
Microsporophylls	أوراق جرثومية صغيرة
Mimosa pudica	نبات الست المستحية
Mineral requirements	الاحتياجات المعدنية
Minimal medium	مستنبت الحد الأدنى الغذائي
Mites	الحَلَم
Mitosis	الانقسامات غير المباشرة
Mnionopsida	طائفة المنيونوبسيدات
Moderate	معتدلة
Moderate	متوسط
Molecular markers	دلائل جزيئية
Mollicutes	بكتيريا عديمة الجدار الخلوي
Monoadelphous	طلع وحيد الأنبوبة السدائية
Monobacilli	عصويات منفردة
Monochasium	نورة وحيدة الشعبة

Monococcus	كروية مفردة
Monocotyledoneae	ذوات الفلقة الواحدة
Monoecious	أحادى المسكن
Monokaryotic mycelium	خلاياه أحادية النواة
Monophyletic	لها أصل وحيد مشترك
Monosporous	تنتج نوعاً واحداً من الجراثيم
Monotrichous	وحيدة السوط
Morels	عيش الغراب الإسفنجي
Mosaic	التبرقش (فسيفساء)
Moss flower	زهرة حزازية
Mosses	الحزازيات
Mother cell	الخلية الأم
Motile	متحركة
Motility in bacteria	الحركة في البكتيريا
Mucilage cells	خلايا هلامية
Multicellular	عديدة الخلايا
Multicellular organisms	كائنات عديدة الخلايا
Multilocular	متعددة المساكن
Multinucleated	متعدد الأنوية
Multiplication	مرحلة التكاثر (التضاعف)
Murein	الميورين
Muscari	نبات المسكارى
Musci	حزازيات قائمة
Mushroom	فطرة عيش الغراب
Mustard	مسحوق المستردة
Mutulism	التكافل (العلاقة بين فطر وطحلب)
Mycelial forms.	الفطريات الغزلية الشكل
Mycelium	الغزل الفطري
Mycobacteria	الميكوبكتيريا
Mycobacteria	البكتيريا الخيطية
Mycology	علم الفطريات
Mycoplasma	الميكوبلازما
Mycorrhiza	فطريات جذرية
Mykes	ميكس
Myosine	ألياف الميوزين
Myxamoebae	خلايا أميبية
Myxobacteria	البكتيريا الهلامية
Myxogastromycetidae	الميكسوجاسترومیسیتیدية

Myxomycetes	الفطريات اللزجة (الهلامية)
Myxomycota	قسم الفطريات الهلامية

(N)

N-acetyl glucose amine	أسيتيل جلوكوز أمين
N-acetyl-muramic acid	حامض أسيتيل الميوراميك
Naked	عارية
Naked Asci	أكياس زقية عارية
Narcisus	نبات النرجس
Neck	عنق
Neck cells	خلايا العنق
Nematodes	الديدان الاسطوانية
Neosaxitoxin	نوع من السموم الطحلبية
Neuromotor apparatus	بجهاز حركة خاص
Nicotiana glauca	نبات المصاص
Nicotiana tabacum	نبات التبغ
Nigella sativa	نبات حبة البركة
Nitrifying bacteria	بكتريا النيترة
Nitrogenase	إنزيم النيتروجينيز
Nitrogenous bases	قواعد نتروجينية
Nitroglycerin	النيتروجلسيرين
Node	العقدة
Non vascular	النباتات غير الوعائية
Non-enveloped	غير المغلفة
Non-enveloped rod-shaped viruses	الفيروسات العصوية الغير مغلفة
Non-living contents	المحتويات الغير حية
Non-Lysogenic	غير تحللية
Non-persistent transmission	النقل غير المستديم
Nucellus	نيوسيلة
Nuclear apparatus	جهاز نووي
Nuclear material	المادة النووية
Nuclear region	الجزء النووي
Nucleic acids	الأحماض النووية
Nucleocapsid	الغطاء النووي (النيوكليوكابسيد)
Nucleoid	المنطقة النووية
Nucleoid	الجسم النووي
Nucleolus	النوية
Nucleoprotein	البروتين النووي

Nucleoside	النيكليوسيدة
Nucleotide	النيكليوتيدة
Nucleus	النواة
Nut	بندقة
Nutrition	التغذية
Nutritional Requirements	الاحتياجات الغذائية

O

Obligate aerobes	بكتيريا هوائية إجبارية
Obligate anaerobes	بكتيريا لا هوائية إجبارية
Obligate intracellular	داخل خلوية
Obligate parasite	إجباري التطفل
Obligate saprophytes	إجبارية الترمم
Oidia	الأوايديات
Oogamy	التكاثر البيضى
Oogonia	أوجونات
Oogonium	أوجونة
Oomycetes	الفطريات البيضية
Oospher (Zygospore)	جرثومة ساكنة
Oospores	جراثيم بيضية
Operculum	غطاء قبوى
Order : Agaricales	رتبة :الأجاريكات
Order : Mucorales	رتبة الميوكورالات
Order Chroococcales	رتبة كروكوكالس
Order Clamydiales	رتبة الكلاميدياالات
Order Mycoplasmatales	رتبة الميكوبلازمات
Order Rickettsiales	رتبة الريكتسيات
Orders	رتب
Oredox regia	النخيل الملوكى
Organ cultures	مزارع الأعضاء
Ornithosis	حمى الببغاء
Oryza sativa	نبات الأرز
Ostiole	فوهة
Outer cortex	القشر الخارجية
Ovary	مبيض
Ovoid	بيضية
Ovulate strobili	مخاريط بويضية
Ovuliferous scale	حرشفة بويضية كبيرة

Ⓟ

Pairing	ازدواج سريع
Palea	عصيفة العليا
Pale-yellow	أصفر كريمي
Palisade layer	الطبقة العمادية
Palmella stage	الطور البالميللى
Pancratium	نبات العنصل
Pandemics	عالمية
Pandorina sp.	مستعمرة الباندورينا
Panicle	نورة عنقودية مركبة
Papaver	نبات الخشخاش
Papaver rhoes	خشخاش الزهور
Papaver somniferum	خشخاش الأفيون
Papaveraceae	الفصيلة الخشخاشية
Paper strips	شرائط الورق
Papilionoideae	تحت الفصيلة الفراشية
Paramylum grains	حبيبات نشا حيواني (باراميليومية)
Paraphysis	خيوط عقيمة
Parasitic	متطفلة
Parasitic bacteria	البكتيريا المتطفلة
Paratyphoid	الباراتيفوئيد
Parenchyma Algae	طحالب برانشيمية
Parietal	جدارى
Parthenogenesis	تكاثر عذري
Paspalum distichum	نبات النجيل ذو العصاتين
Peach leaf curl	مرض تجعد أوراق نبات الخوخ
Pectin	البكتين
Pectinase	إنزيم البكتينيز
Pedogamy	التكاثر
Pellet	راسب
Pellicle	غشاء سطحى
Penemococcus	الالتهاب الرئوي
Penetration	الاختراق
Penicillin	بنسيلين
Penicillium sp.	فطر بنسيليوم
Pennate type	الطراز الريشى
Pentose	السكريات الخماسية

Peptides	ببتيدات
Peptidoglycan	ببتيدوجليكان
Peptidoglycan	جلوكوببتيدات
Per plasma	لفراغ قبل بلازمي
Perfect stage	الطور التام
Perforated nuclear membrane	الغشاء النووي المثقب
Pericap	جدار (غلاف) الثمرة
Perichatium	ستار مغلف
Pericycle	طبقة محيطية
Peridinin	صبغ البيريدينين
Peridium	جدار عقيم
Perigynous	زهرة محيطية
Periplast	البريبلاست
Peristome teeth	أسنان بريستومية
Perithecium	الثمرة الزقية القارورية (الدورقية)
Peritrichous	محيطية الأسواط
Permeable	منفذاً
Permeable membranes	الأغشية المنفذة
Persistent apices	قمم معمرة
Persistent transmission	النقل المستديم
Personate	مقنع
Petaloid sepals	سبلات بتلية
Petals	بتلات
Petonia hybrids	نبات البتونيا
Petroselinum sativum	نبات البقدونس
Phage typing	التنوع بالفاجات
Phages	اللاقمات
Phagocytosis	البلعمة (الالتقام – الالتهام)
Phaseolus vulgari	نبات الفاصوليا
Phialides (Sterigmata)	الذنيبات
Phlomis flocossa	نبات الفلوميس
Phoenix datylifera	نخيل التمر
Phospholipids	دهن مفسفر
Phosphoric acid	حامض فوسفوريك
Photoautotrophic Bacteria	بكتريا ذاتية التغذية الضوئية
Photoautotrophs	ذاتية التغذية الضوئية
Photosynthesis	التمثيل الضوئي
Photosynthetic heterotrophic	غير ذاتية التغذية الضوئية

Phragmites communis	نبات البوص
Phycobilins	الفيكوبيلينات
phycochrysin	فيكوكريسين
Phycocyanine	صبغ الفيكوسيانين الأزرق اللون
Phycoerythrin	صبغة الفيكوإريثرين
Phycoerythrine	الفيكوأريثرين
Phycomycetes	الفطريات الطحلبية
Phylum protozoa	شعبة الابتدائيات
Physical factors	العوامل الطبيعية
Physical Methods	الطرق الفيزيائية
Piercing sucking	الفم الثاقب الماص
Pigmented eye spot	بقع عينية مصطبغة
Pigments	الأصباغ
Pileus	قلنسوة
Pili	الزوائد الشعرية (الشعيرات – البيلى)
Pilin	بروتين البيلين
Pimpinella anesum	نبات الينسون
Pinna	ريشة
Pinnate	ريشي
Pinnularia sp.	بنيولاريا
Pinnules	رويشات
Pinus	نبات الصنوبر
Pisum sativum	نبات البسلة
Placenta	مشيمة
Placentation	وضع مشيمى
Plagues	مناطق (رائقة) خالية من النمو البكتيري
Planktonic algae	الطحالب الهائمة
Planospores	الجراثيم السابحة
Plant bugs	بق النبات
Plant Viruses (Phytophages)	الفيروسات النباتية – الفيتوفاجات
Plant viruses host interactions	تفاعلات الفيروسات النباتية والعائل
Plasma clot culture	المزارع البلازمية التجلطية
Plasma membrane	الغشاء البلازمي
Plasmid	بلازميد
Plasmodial slime molds	الفطريات المخاطية البلازمودية
Plasmodiogymnomycota	فطريات العفن اللزجة الحقيقية
Plasmodium	بلازموديوم
Plasmogamy	الاندماج البلازمي

Pleomorphic	متباينة مظهرياً
Pleromorphic	متغير
Plurilocular	عديدة الغرف
Plurilocular gametangia	الحوافظ المشيجية عديدة الغرف
Pmeumania	الالتهاب الرئوي
Pneumonias	أمراض الدرن
Poaceae	الفصيلة البواسية
Poinciana regia	نبات البوانسيانا
Polar nodule	العقدتين القطبيتين
Pollen chamber	غرفة حبوب اللقاح
Pollen grains	حبوب لقاح
Pollen sacs	أكياس لقاح
Pollen tube	أنبوبة لقاح
Polyadelphous	طلع عديد الأنابيب السدائية
Polychasium	نورة عديدة الشعب
Polymorphism	البكتيريا ذات الأشكال المتباينة
Polynucleotide	سلاسل عديدة النيوكليوتيدات
Polypeptide	السلاسل الببتيدية العديدة
Polypeptide	عديد الببتيد
Polypetalous	منفصل البتلات
Polyphyletic	متعددة الأصول
Polysaccharides	عديدات التسكر
Polysepalous	منفصل السبلات
Pome	ثمرة تفاحية
Pomoideae	تحت الفصيلة التفاحية
Pond scum	الريم الأخضر أو ريم المستنقعات
Pores	ثقوب
Porkaryotae	النواة غير المتعضية (البدائية)
Posterior side	جانب خلفي
Potato black leg	مرض الساق الأسود في البطاطس ،
Potato scabe	جرب البطاطس
Potato yellow dwarf	فيروس التقزم الأصفر في البطاطس
Potentially pathogenic.	ذات قابلية إمراضية
Powdery scab	الجرب الدقيقي (في البطاطس)
Precipitation (Salting out)	الإزاحة الملحية (الترسيب)
Precipitation by alcohol	الترسيب بالكحول
Precipitation by protamine sulphate	الترسيب بكبريتات البروتامين
Pre-mature	يكتمل نموها

Primary capitulem	الهامة الأولية
primary mycelium	الفطري الابتدائي
Primary structure	التركيب الابتدائي للبروتين
Primer	منشط أو بادئ
Primidines	بريميدينات
Progametangia	الحوافظ المشيجية الأولية
Progeny	نسل
Properties of DNA	خواص الحامض النووي دنا
Prophage	الفاج الأولى
Prophylls	أوراق أولية
Protein coat	غلافاً بروتينياً
Proteinases	الإنزيمات المحللة للبروتينات
Prothalial cell	خلية الثالوس الأولى
Protomer	بروتومر
Protonema	خيط أولى
protoplasts	البروتوبلاستات
Protostele	عامود وعائى أولى
Provirus	فيروساً أولياً (بادئة فيروس)
Prunoideae	تحت الفصيلة المشمشية
Prunus	نبات البرونس
Prunus amygdalis	نبات اللوز
Prunus armeniaca	نبات المشمش
Prunus cerasus	نبات الكريز
Prunus domestica	نبات البرقوق
Prunus persica	نبات الخوخ
Prunus virginiana	شجرة برونس العذراء
Pseudocarps	ثمار كاذبة
Pseudomycelium	الغزل الفطري الكاذب
Pseudopodia	أقدام كاذبة
Psilotaceae	الفصيلة السيلوتية
Psilotales	الرتبة السلوتية
Psilotopsida	الطائفة السيلوتية
Psilotum	نبات السيلوتم
Psittacosis	حمي الببغاء
Psudoplasmodium	بلازميديوم كاذب
Pteridophyta	النباتات التريدية
Pteriophyta	قسم النباتات البتيرية (السرخسية)
Ptredophytes	التريديات

Puccinia graminis	فطرة صدأ القمح
Puffballs	الكرات النافخة
Pulicaria undulata	نبات شاى الجبل
Purification	تنقية
Purines	بيورينات
Purple blue	أزرق أرجواني
Purple non sulpher bacteria	البكتيريا الأرجوانية غير الكبريتية
Purpule sulpher bacteria	البكتيريا الأرجوانية الكبريتية
Putrefactive bacteria	بكتريا التعفن
Pycnidia	الأوعية البكنيدية
Pycnidiospores	الجراثيم البكنيدية
Pycnio stage	الطور البكني
Pyrenoids	مراكز نشوية لتكوين النشا
Pyrenomycetes	مجموعة الفطريات الزقية القارورية
Pyretheum	نبات البيريثيم
Pyrrophyta (Dinophyta)	الطحالب البيرية (الداينوية - النارية)
Pyrus communis	نبات الكمثرى
Pyrus malus	نبات التفاح

Ⓠ

Quaternary structure	التركيب الرابعي
Quamoclit lobata	نبات اللوباتا
Quincuncial	كنسى

Ⓡ

Rabies	مرض الكلب
Raceme	نورة عنقودية
Racemose	نورة غير محدودة
Rachis	حامل (محور)
Radially symmetrical	تماثل قطرى
Radiately ridged	مقسمة قطرياً
Ranunculaceae	الفصيلة الشقيقية
Ranunculus	نبات الشقيق
Raphanus sativus	نبات الفجل
Raphe	الرافي
Ray floret	زهرة شعاعية
Ray Fungi	الفطريات الشعاعية
Receptacle	التخت

Receptive hyphae	خيوط الاستقبال
Recipient	الخلية المستقبلة
Red rust stage	الصدأ الأحمر
Red tide	ظاهرة المد الأحمر
Regular	منتظم
Releasing of viruses	تحرر الفيروسات
Reniform	كلوية الشكل
Repetor stage	الطور المتكرر
Replica	وحدات تكاثرية تكرارية
Replication	تضاعف
Replication of RNA Phages	تكاثر البكتريوفاج ذات رنا المفرد
Replicative	تكاثرية
Reproduction	التكاثر
Reproductive characteristics	الخصائص التكاثرية
Reproductive infection	الإصابة المنتجة
Resting spore	جرثومة ساكنة
Rhizoides	أشباه جذور
Rhizomorphs	أشكال فطرية جذرية
Rhizophore	حامل جذرى
Rhizopus sp.	جنس عفن الخبز
Rhynionpsida	الطائفة الرينياوية
Ribonuclease	الإنزيمات المحللة للحامض رنا
Ribonucleic acid (RNA)	الحامض النووي الريبوزي رنا
Ribosomal RNA (rRNA)	رنا الريبوزومي
Ribosomes	ريبوسومات
Riccia	جنس الريشيا
Ricciaceae	الفصيلة الريشياوية
Rickettsia	الريكتسيات
Ridges	ارتفاعات
rifampicin	ريفامبيسين
Rigid	صلب
Ring	حلقة
Ring rot of potato	العفن الحلقي في البطاطس
Ring spots	البقع الحلقية
Rise stages	مرحلة التصاعد - النضج
Rock weeds	الأعشاب الصخرية
Rod shaped	الشكل العصوي
Rod shaped bacteria (Bacilli)	البكتيريا العصوية

Root nodule bacteria	بكتريا العقد الجذرية
Root system	مجموع جذرى
Rosa	نبات الورد
Rosa damascena	الورد الدمشقى
Rosaceae	الفصيلة الوردية
Rosmarinus officinalis	نبات حصالبان
Rosoideae	تحت الفصيلة الوردية
Rotate	دائرى
Rotting	تعطين الكتان (فصل الألياف)
Rough Type	خلايا عديمة العلبة خشنة
Rubella	الحصبة الألمانية
Ruscus	نبات السفندر
Rust fungi	فطريات الصدأ

S

s.s.RNA	الحامض النووي رنا مفرد الخيط
Saddles	الأسراج
Saffron	صبغة الزعفران
Safranin	صفرانين
Salmonella	سالمونيلا
Salmonellosis	التسمم الغذائي الناتج عن السالمونيلا
Salvia	نبات السلفيا
Samara	ثمرة جناحية
Saponaria	نبات السابوناريا
Saponaria officinalis	نوع من السابوناريا
Saprophytic	الرمية (المترممة)
Saprophytic fungi	الفطريات المترممة
Saragassum sp.	طحلب سارجاسم
Sarcina	كروية مكعبة
Satellite	ذنب أو تابع
Satellite viruses	الفيروسات المذنبة
Saxitoxin	نوع من السموم الطحلبية
Scape	شمراخ زهرى
Scarlet fever	الحمى القرمزية
Schizo=Fission	إنشطار
Schizomycetes	الفطريات المنشقة
Sclariform conjugation	التزاوج السلمى
Sclerotia	أجسام حجرية صلبة

Scorpoid	نورة عقربية
Scrophularia،	نبات حنك السبع البرى
Scrophulariaceae	فصيلة حنك السبع
Sea weeds	أعشاب البحر
Seasonal epidemics	وبائيات موسمية
Sebaceous glands	غدد دهنية
Secondary mycelium	خيط فطرى ثانوى
Secondary structure	التركيب الثانوي
Secondary thickening	النمو الثانوي
Sedimentation coefficient (S)	معامل الترسيب
Sellaginaceae	الفصيلة الرصنية
Sellaginella	الرصن
Sellaginellales	رتبة الرصنيات
Semi-permeable membranes	الأغشية شبه المنفذة
Senna acutifolia	نبات السنامكى الحجازى
Senna angustifolia	نبات السنامكى الهندى
Sensitive	حساس
Sepals	سبلات
Septa	حواجز عرضية
Septicidal	تفتح حاجزى
Septifragal	تفتح مصراعى
Sessile	جالسة
Seta	حامل
Sex pili	زوائد جنسية
Sexual cells	خلايا جنسية
Sexual fusion	اتحاد جنسي
Sexual reproduction	التزاوج البكتيري
Sexual reproduction	التكاثر الجنسي
Shapes	أشكال
Shedding	النـــز
Sheet	حصيرة
Shelf fungi	فطريات الأرفف
Shell	محفظة (قشرة)
Shellfish	المحار
Shield cells	خلايا غمدية
Shoot system	مجموع خضرى
Shrubs	شجيرات
Side (Girdle) view	منظر جانبي

Silene	نبات السيلين
Silica	السيليكا
Siliceous cell walls	الجدر الخلوية السيليكية
Siliqua	خردلة
Siliqule	خريدلة
Simple fruits	ثمار بسيطة
Simple raceme	نورة عنقودية بسيطة
Simple spike	سنبلة بسيطة
Sinapis	نبات الخردل
Sinapis alba	خردل أبيض
Sinapis nigra	خردل أسود
Single cell	خلية منفردة
Single cell protein	ببروتين وحيد الخلية
Single stranded	مفرداً الخيط
Sipe Stalk	العنق
Siphonostele	عامود وعائى نخاعى
Sizes	أحجام
Slices	شرائح (عينات)
Slime layer	الطبقة الهلامية
Slime sheath	غلاف هلامي
Smallpox	الجدري الإنساني
Smut fungi	فطريات التفحم
Soft rot	مرض العفن الطري
Solanaceae	الفصيلة الباذنجانية
Solanum melongina	نبات الباذنجان
Solanum nigrum	نبات عنب الديب
Solanum tuberosum	نبات البطاطس
Solitary	مفردة
Soluble RNA	رنا الذائب
Somatic cells	الخلايا الجسدية أو الخضرية
Sonchus	نبات الجعضيض
Sori - Sorus	بثرات - بثرة
Soridia	السوريدات
Spadix	نورة إغريضية
Spathe	قينوى
Species	أنواع
Spectrophotometer	جهاز قياس شدة الضوء

Sperm mother cells	خلايا والدة للسابحات الذكرية
Spermatangia	مشيجية مذكرة
Spermatium	مشيج واحد مذكر غير متحرك
Spermatogenous tissue	نسيج المولد للسابحات الذكرية
Spermatozoid viruses	الفيروسات الأسبيرمية
Spermatozoides	سابحات ذكرية
Sphagnaceae	الفصيلة الاسفاجنية
Sphagnopsida	طائفة السفاجنوبسيدات
Sphagnum	اسفاجنوم
Sphenophyllales	رتبة السفينوفيللات
Spherical (Cocci)	مستديرة (كروية)
Spherical viruses	فيروسات كروية
Spike	سنبلة
Spikelets	سنيبلات
Spikes	زوائد
Spindle	مغزلية
Spiral	لولبية- حلزونى
Spirilloxanthin	سبيريللوزانثين
Spirochaetes	البكتيريا المنثنية
Sporangia	حوافظ جرثومية
Sporangiola	الحويفظات
Sporangiospores	حوامل الجراثيم الحافظية
Sporangium	حافظة جرثومية
Spore coat	غلاف الجرثومة
Spores	جراثيم
Sporocarp	ثمرة جرثومية
Sporogenous tissue	نسيج مولد للجراثيم
Sporophylls	أوراق جرثومية
Sporophyte	نبات جرثومى (بوغى)
Sporophyte generation	طور جرثومى
Sporulation	التجرثم
Spreading	منتشر
Spriochaetes	حركة البكتيريا ذات الزوائد
Sprouts	الأعضاء أو الفروخ
Staining of capsule	صبغ الغلاف البكتيرى
Stalk	ساق سميكة
Stalk or strip	حامل اسطواني
Stalked	معنقة

Stamens	أسدية
Staminate scales	حراشيف سدائية
Staminate strobili	مخاريط سدائية
Standard	القياسي
Staphylococcal	التسمم الغذائي العنقودي
Staphylococcus	كروية عنقودية
Staphylococcus aureus	ستافيللوكوكس أورياس
Starch lesions	الجروح النشوية
Stationary phase	المرحلة الساكنة
Statospores	جراثيم ساكنة
Steady state	وضع الثبات
Sterigmata	الذنيبات
Steril mycelia	الميسيليومات العقيمة
Sterile zones	مناطق عقيمة
Stigma	ميسم
Stink horns	القرون العفنة
Stipe	العنق
Stipe	سويقة مستديرة
Stipe	عنق
Stolon	الرئد أو المداد
Stomium	شق
Storage tissue	نسيج تخزيني
Stored food	الغذاء المدخر
Straight rods	عصوية مستقيمة
Streak	التخطيط
Streptobacilli	عصويات سبحية
Streptococci	كرويات في سلاسل
Streptococcus	استريبتوكوكاس
Streptococcus pneumonia	البكتيريا الممرضة
Streptomycin	سبتربتوميسين
Stripe disease	مرض التخطيط الورقي في الشعير
Strobilus	مخروط
Stroma	حشية
Structural units	الوحدات التركيبية
Structure	تركيب
Structure of nucleic acid	تركيب الحامض النووى
Structure of viral protein	تركيب البروتين الفيروسي
Stunting of growth	تقزم النمو

Style	قلم
Subrin	السيوبرين
Sufu	السوفو
Suger	سكر
Sulpher bacteria	بكتريا الكبريت
Superficial structures	التراكيب الخارجية (السطحية)
Superior	علوى
Supernatant	السائل الرائق
Surface of bacterial cell	سطح الخلية البكتيرية
Suspensor	المعلق
Swarm cells	الخلايا السوطية
Symbiosis	معيشة تكافلية (تبادل منفعة)
Symbiotic bacteria	البكتيريا المتكافلة
Symbiotic fungi	الفطريات المتكافلة
Symptoms	أعراض
Syncarpous	ملتحم الكرابل
Synnemata	ضفيرة كونيدية
Synura	جنس سينورا
Syphilis	الزهرى
Systemic	جهازية

T

Tail fibers	الألياف الذيلية
Takhtajan	تختيان
Tanning of leather	دبغ الجلود
Tapetal layer	طبقة طرازية
Teeth	أسنان
Teleuto stage	الطور التيليتي
Teleutosori	البثرات التليتية
Teleutospores	الجراثيم التليتية
Temperate phage	الفاج المعتدل
Template	قالب
Terminal	طرفية
Terrestrial	أرضية مثالية
Tetracocci Tetrads	كروية رباعية (في رباعيات)
Tetrasporangia	جرثومية رباعية
Tetraspores	رباعيات
Tetrasporophyte	النبات الجرثومي الرباعي

T-even Phage	الفيروسات البكتيرية ذات الأرقام الزوجية
Thallus	ثالوس
Thaylakoids	الثيلاكويد
The internal structure	التراكيب الداخلية
The lytic infection	آلية العدوى بالفاجات الضارية
The mechanism of transformation	آلية عملية التحول الوراثي (النقل المباشر)
Themeh	تمبة
Threonine	الثريونين
Thrush	الالتهاب السلاقي
Thymine	الثيمين
Ticks	القراد
Tinsel	ريشي
Tissue culture	المزارع النسيجية
Titanus	التيتانوس
Toadstools	عيش الغراب السام
Tobacco Mosaic virus (TMV)	مرض تبرقش الدخان (فسيفساء التبغ)
Tobacco nicrosis	نخر ورق الدخان
Tobacco ring spots	النقط الحلقية للدخان
Tomato bushy stunt	التقزم الشجري للطماطم
Tomato spotted wilt	الذبول المتبقع فى الطماطم
Top (Valve) view	منظر أمامي
Toxins	السموم
Toxoids	اللقاح بالسموم
Tracheophyta	نباتات وعائية
Trachoma	التراكوما
Trama	التراما
Transduction	النقل الفاجي (التوصيل)
Transfer RNA (tRNA)	رنا ناقل
Transformation	ظاهرة التحول الوراثى
Transforming principle	عامل التحول
Translucent	نصف شفافة
Transmission	انتقالها
Transmission electron microscope	المجهر الإلكتروني النفاذ (النقال)
Transmission of plant viruses	آلية الإصابة بالفيروسات النباتية
Transparent	متجانسة
Transposable elements	العناصر الانتقالية (دنا البلازميد)
Treatment Proteolytic enzymes	المعاملة بالإنزيمات المحللة للبروتين
Trees	أشجار

Trehalose	سكر تريهالوز
Triangular	مثلثة
Trichloroethylene	تراى كلورو إيثيلين
Trichogyne	الشعرة المؤنثة
Trichome	ترايكوم
Trifolum alexandrinum	نبات البرسيم المصرى
Trigonella foenum-graecum	نبات الحلبة
Trinitrotolune	تراي نيتروطولين
Trips	التربيس
Triticum aestivum	نبات قمح الخبز
Triticum dicoccum	نبات قمح المكرونة
True slime molds	فطريات العفن الحقيقية
Truffles	الكمأة
Tube cell	خلية أنبوبية
Tubers	درنات
Tubiflorae	تحت الفصيلة الأنبوبية
Tubular	أنبوبى
Tubules	قنيات
Tulipa	نبات التيوليب
Tumor-inducing plasmids	التدرن التاجى
Turbid	معكر
Turbidostat	ثبات العكارة
Types of bacteriophages infection	أنواع الإصابة بالبكتيريوفاجات
Types of Viruses	أقسام الفيروسات
Typhoid	التيفود (الخناق)

U

Ultra centrifuge	الطارد المركزي الفائق السرعة
Ultrafiltrable	المرشحات البكتيرية (العالية الترشيح).
Ultrafiltration	نتائج الترشيح الفوقى
Umbonate.	مرتفعة المركز
Unbranched	خيوط غير متفرعة
Unicellular	وحيدة الخلية
Uracil	اليوراسيل
Unilocular	وحيدة الغرف
Unisexual	وحيدة الجنس
Unitunicate	أحادية الغلاف
Urido stage	الطور اليوريدي

Uridosori	البثرات اليوريدية
Uridospores	الجراثيم اليوريدية
Umbel	نورة خيمية
Unisexual	وحيد الجنس
Urginea maritima	نبات سم الفار
Utricle	ثمرة كيسية

V

Vaccine	اللقاح الواقي
Vaccinia	الجدري البقري
Vacuole	فجوة عصارية
Valvate	مصراعى
Vascular plants	نباتات الوعائية
Vaucheria sp	طحلب فوشيريا
Vectors	الناقلات
Vegetative	خضرية
Vegetative cell	خلية البكتيريا الخضرية
Vegetative cell	خلية خضرية
Vegetative characters	صفات خضرية
Vegetative parts	أجزاء خضرية
Vegetative reproduction	التكاثر الخضري
Ventral cell	خلية بطنية
Venum	سم الثعبان
Veratrum	نبات الفيراترم
Veronica	نبات الفيرونيكا
Very mild	خفيفة جداً
Very sever	شرسة جداً
Vesicle	حويصلة
Vibrio	البكتيريا الواوية
Vicia	نبات الجلبان
Vineger	الخل
Violet stain	الصبغة البنفسجية
Viral genome	المورث الفيروسي
Viral nucleic acid	الحامض النووي الفيروسى
Virales	رتبة الفيروسات
Virion	الفيريون
Viroids	الفيرويدات
Virology	علم الفيروسات
Virulence	الشراسة
Virulent	سلالة ممرضة وشرسة
Virulent phages	فاجات ضارية

Virus	فيروس
Virusoids	الفيروسويدات
Viscid	لزج
Vitamins	الفيتامينات
Volatine granules	حبيبات الفوليوتينية
Volvox sp.	طحلب فولفوكس

Ⓦ

Washingtonia rubusta	نخيل الرخام
Waxes	ترسيب الشموع
Wheat	القمح
Wheat rust fungus	صدأ القمح
Wheat striate mosaic virus	تبرقش القمح المخطط
Whiplash	كرباجي
White flies	الذباب الأبيض
White rust	الصدأ الأبيض
Whooping cough	السعال الديكي
Wilt diseases	أمراض الذبول

Ⓧ

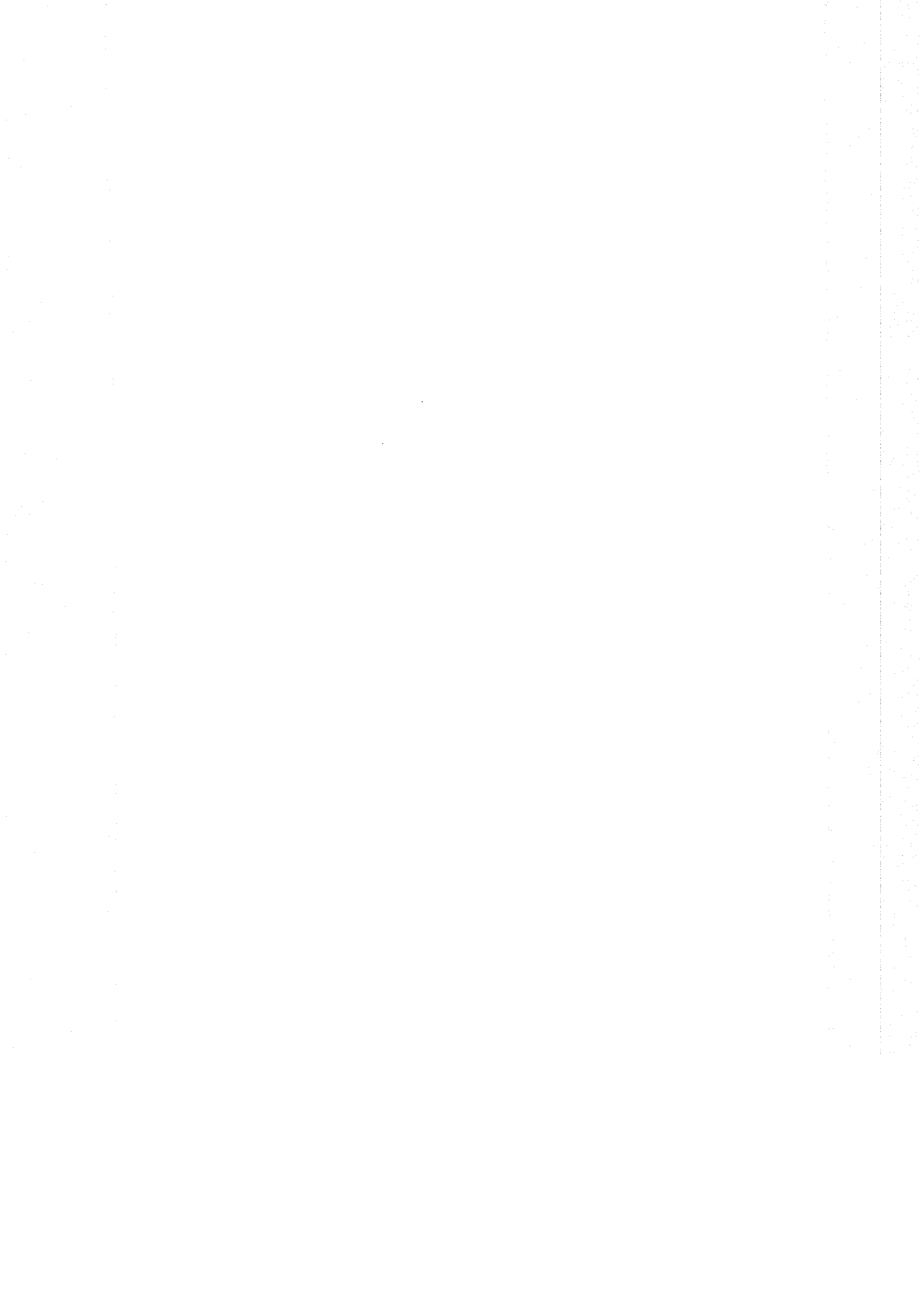
Xanthophyll	الزانثوفيل
Xanthphyceae	الطحالب الصفراوية (الخضراء الذهبية)
Xylane	الزيلانات

Ⓨ

Yellow fever	الحمى الصفراء
Yellowish	الاصفرار

Ⓩ

Zamia	الزاميا
Zea mays	نبات الذرة الشامية
Zilla spinosa	نبات السلة
Zinnia	نبات الزينيا
Zoomeiospores	جراثيم سابحة ناتجة من الانقسام الأختزالى.
Zoospores	الجراثيم السابحة
Zygomorphic	زهرة وحيدة التناظر
Zygomycosis	مرض يصيب الإنسان تسببه الفصيلة الزيجية
Zygospores	الجراثيم الزيجوتية
Zygote	لاقحة (زيجوت)
Zymase	معقد الزايميز



فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة
رتبة : الأجاريكات	١٩٧
فطرة عيش الغراب (أجاريكاس)	١٩٧
رتبة الأصداء	٢٠١
فطرة صدأ القم (باكسينيا جرامينيس تريتساى)	٢٠١
الفصل السابع: رابعاً تحت قسم الفطريات الناقصة	٢٠٧
طائفة الفطريات الناقصة	٢٠٧
الخصائص العامة	٢٠٧
أسس تقسيم طائفة الفطريات الناقصة	٢٠٨
أمثلة نموذجية	٢٠٩
رتبة المونيليات	٢٠٩
١ - جنس ألترناريا	٢٠٩
٢ - جنس فيوزاريوم	٢٠٩
الفصل الثامن: الأشنات	٢١١
الخصائص العامة	٢١١
البيئة والتوزيع	٢١٢
أنواع الأشنات (المظهر الخارجي)	٢١٣
التركيب التشريحي للأشنات (تركيب الثالوس)	٢١٥
الخواص التكاثر :	٢١٦
الأهمية الاقتصادية للأشنات	٢١٧
الباب الرابع: مملكة الطلائعيات (الطحالب)	٢١٩
الفصل الأول أساسيات دراسة الطحالب	٢٢١
الصفات العامة	٢٢١
١- البيئة والتوزيع	٢٢١
٢- الشكل الخارجى	٢٢٢
٣- الأصباغ.	٢٢٣
٤ - الجدار الخلوى	٢٢٤
٥ - التغذية	٢٢٤
٦- الغذاء المدخر	٢٢٤
٧ - الخصائص التكاثرية	٢٢٥
الأهمية الاقتصادية للطحالب	٢٣١
تقسيم الطحالب	٢٣٥
الفصل الثانى الطحالب ذات الأنوية الحقيقية	٢٣٧
أولاً : قسم الطحالب البيرية (الدينوية)	
الخصائص العامة	٢٣٧

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة

